

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

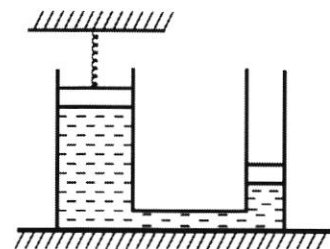
Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

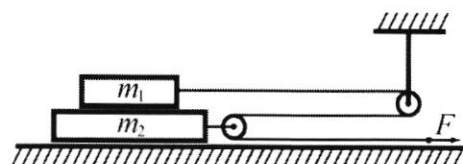
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с.
- 1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
 - 2) На какой высоте h , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
- Ускорение свободного падения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



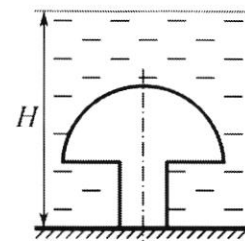
- 1) Найдите деформацию x пружины.
 - 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = 0,5R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная постоянная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

з1

$$1) v = v_0 - g \cdot t$$

$$\frac{v_0}{3} = v_0 - g \cdot t$$

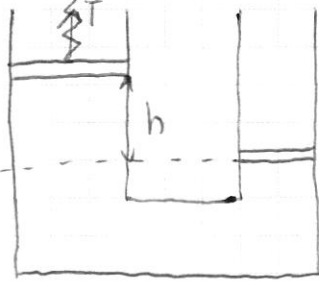
$$4 = 12 - 10t$$

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

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

$$h = 12 \cdot 0,8 - 5 \cdot 0,64 = \underline{6,4 \text{ м}}$$

з2



p_0 - давление атмосферы

Уравнение равновесия в границах вна уровне 0:

$$p_0 + \rho g h - \frac{kx}{S} = p_0$$

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

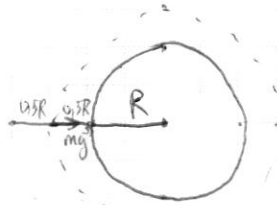
$$x = \frac{\rho g h S}{k}$$

з) ~~Теперь~~ Объемное сопротивление теперь заменяет зап. давление от газа!

$$\frac{kx}{S} = \frac{2mg}{S}$$

$$\rho g h = \frac{2mg}{S} \Rightarrow m = \frac{\rho g h S}{2g}$$

з3



$$1) g = G \frac{\text{Масса}}{4R^2} = G \frac{\rho \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^3}{3 \cdot 4R^2} =$$

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

з) По закону Ньютона: $x: ma = mg$

$$a = g$$

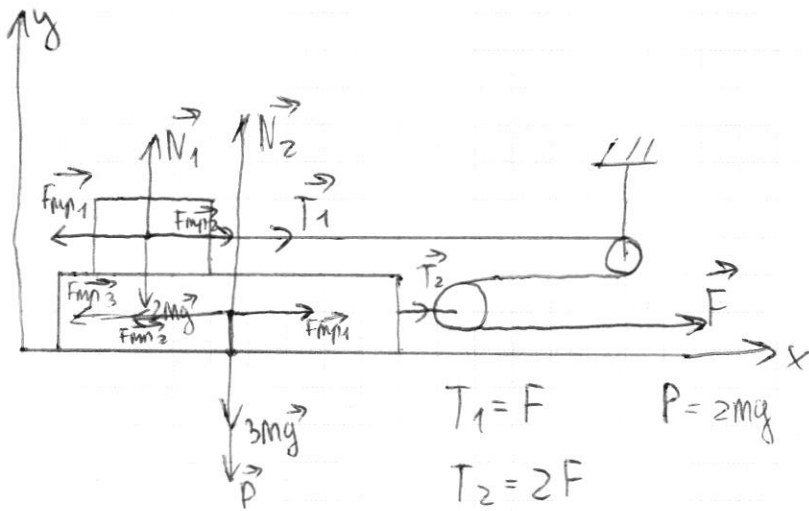
$$\frac{v^2}{1,5R} = g \Rightarrow \frac{v^2}{R} = G \frac{\rho \cdot 4 \cdot \pi R^3}{3 \cdot 2,25R^2} =$$

$$\frac{4\pi^2 (R \cdot 1,5)^2}{T^2 \cdot R \cdot 1,5} = G \frac{\rho \cdot 4 \cdot \pi R}{3 \cdot 2,25}$$

$$\frac{4\pi \cdot 2,25R}{T^2 \cdot 1,5} = G \cdot \frac{\rho \cdot R}{3 \cdot 2,25}$$

$$T = \sqrt{\frac{2 \cdot 3 \pi \cdot 2,25^2}{1,5 \cdot \rho \cdot G}} = 2,25 \sqrt{\frac{2\pi}{6 \cdot \rho}}$$

у4



2) при уменьшении внешнего давления, верхний блок будет двигаться влево от момента когда $F_{mp3} \leq 2F$

$$F_{min} = \frac{F_{mp3}}{2} = 2,5 \mu mg$$

1) нижний блок: (когда $F_{mp1} = 0$)

$$x: 3ma_2 = 2F_0 - F_{mp3} + F_{mp2}$$

$$y: 3mg + 2mg = N_2 \Rightarrow F_{mp3} = \mu 5mg$$

верхний блок:

$$y: 2mg = N_1 \Rightarrow F_{mp2} = 2\mu mg$$

$$x: 2ma_1 = F_0 - F_{mp2} - F_{mp3}$$

$$2ma_1 = F_0 + F_{mp2}$$

$$3ma_2 = 2F_0 - \mu 5mg + \mu 2mg$$

~~Handwritten scribbles and corrections.~~

$$2F_0 = \mu 5mg$$

$$F_0 = \frac{5\mu mg}{2}$$

$$\begin{cases} 2ma_1 = F_0 + F_{mp2} = 2\mu mg \\ 3ma_2 = 2F_0 - 7\mu mg \\ a_1 = a_2 \end{cases}$$

$$\frac{F_0 + \mu 2mg}{2m} = \frac{2F_0 - 7\mu mg}{3m} \Rightarrow F_0 = 20\mu mg$$

2) ~~Всему противу моменту при~~

$$F_{min}: a_1 = a_2$$

$$2ma$$

~~2) При F мин уменьшится еще больше a1 > a2~~

~~при увеличении F верхний блок~~

~~будет двигаться вправо от момента~~

~~когда F больше или~~

~~меньше внешнего давления~~

~~верхний блок будет двигаться влево~~

~~от момента, когда $F_{mp3} \leq 2F$~~

~~Handwritten scribbles.~~

?

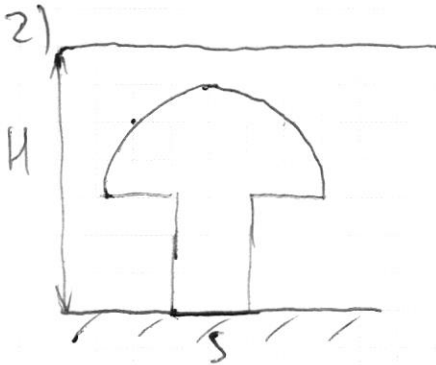
$$3F_0 + 6\mu mg = 4F_0 - 14\mu mg$$

$$F_0 = 20\mu mg$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

а5

$$1) P_1 = P_0 + \rho g H = 100\,000 + 10\,000 \cdot \cancel{0,002} \cdot 2,5 = 125\,000 \text{ Па}$$



$$F = F_{\text{Arch}} - \rho g H \cdot S = \rho \cdot g \cdot V - \rho g \cdot H \cdot S =$$

$$= \rho g (V - H \cdot S) = 10\,000 (0,008 - \cancel{2,5} \cdot 0,002) =$$

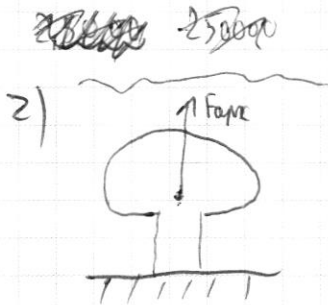
$$= \cancel{1000} \cdot 80 - 50 = \underline{30 \text{ Н}} \quad \text{направлена вверх}$$

Сила Архимеда действует изнутри на, взаимодействующую со средой (воздух или вода) тела, а в данном случае на тело приклеенной к нему поверхности ~~и~~ ~~на~~ ~~в~~ ~~вода~~ не действует \Rightarrow сила F будет разницей между F_{Arch} и силой тяжести на приклеенную часть

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

и 5

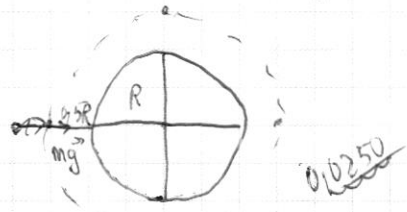
$$1) P_1 = P_0 + \rho \cdot g \cdot H = 100000 + 10000 \cdot 2,5 = 125 \text{ кПа}$$



~~$F_{\text{Арк}} = \rho \cdot g \cdot V = 10000 \cdot 0,008 = 80 \text{ Н}$~~

и 3

$ma = mg$
 $a = g$



2) $a_1 = \frac{F_0 + 2mg}{2M} = \frac{2F_0 - 2mg}{5M}$

$$F = \frac{GMm}{R^2}$$

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

$$3F_0 + 6mg = 4F_0 - 4mg = G \frac{\rho \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^3}{3 \cdot 4R^2} = G \frac{\rho \cdot \pi \cdot R}{3}$$

2) $a = g$

$$g = G \frac{\rho \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^3}{3 \cdot 2,25R^2} = G \frac{\rho \cdot 4 \pi R}{3 \cdot 2,25}$$

$$a = \frac{v^2}{R} \quad w = 2\pi v$$

$$= w^2 R \quad w^2 R = \frac{v^2}{R} \quad w^2 R^2 = v^2$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{(2\pi R)^2}{T^2 R}$$

$$T = \sqrt{\frac{\pi \cdot 8^3 \cdot 2,25^2}{G \cdot \rho \cdot 1,5}} = 2,25 \sqrt{\frac{2\pi}{6 \cdot \rho}}$$

$$\frac{v^2}{1,5R} = g$$

$$\frac{4\pi^2 \cdot 2,25R^2}{T^2 \cdot 1,5R} = G \frac{\rho \cdot 4 \pi R}{3 \cdot 2,25}$$

$$\frac{\pi \cdot 2,25}{T^2 \cdot 1,5} = G \frac{\rho}{3 \cdot 2,25}$$

$$1) v = v_0 - gt$$

$$\frac{v_0}{3} = v_0 - gt$$

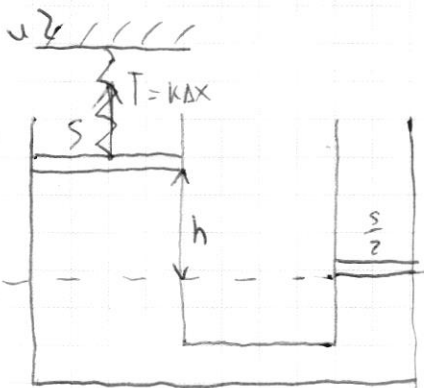
$$4 = 12 - 10t$$

$$t = \frac{8}{10} = 0.8 \text{ c}$$

$$2) h = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = 12 \cdot 0.8 - \frac{10 \cdot 0.8^2}{2}$$

$$h = 9.6 - 5 \cdot 0.64 = 9.6 - 3.2 = 6.4 \text{ м}$$



$$\frac{kx}{S} = \frac{2mg}{S}$$

$$pgh = \frac{2mg}{S}$$

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

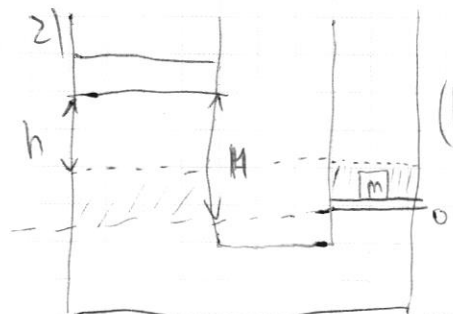
$$a_1 = F_0 t$$

отн т.о

$$p_0 + \frac{kx}{S} + pgh = p_0$$

$$1) pgh = \frac{kx}{S}$$

$$x = \frac{pghS}{k}$$

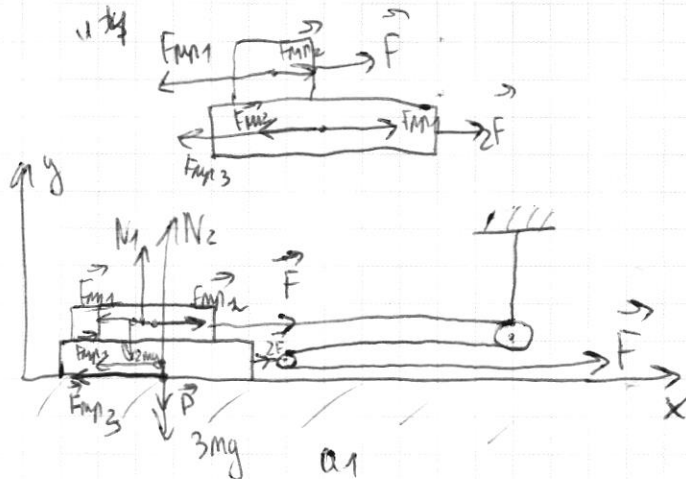


$$pgh = \frac{2mg}{S}$$

$$(H-h)pgh = \frac{kx}{S}$$

$$pgh = \frac{2mg}{S}$$

$$\begin{array}{r} 5.016 \\ 0.64 \\ \hline 3.20 \\ 3.2 \end{array}$$



1) $\sum F_x = 0$

$$x: 3ma_2 = 2F_0 - F_{mp3} + F_{mp1} - F_{mp2}$$

$$y: 3mg + 2mg = N_2 \quad F_{mp3} = \mu \cdot 5mg$$

вертикаль:

$$x: 2ma_1 = F_{mp2} - F_{mp1} + F_0$$

$$2F_0 = F_{mp3}$$

$$2F_0 = \mu \cdot 5mg$$

$$F_0 = \frac{\mu 5mg}{2}$$

$$F_0 = \frac{3m\mu a_2 + 5m\mu g}{2} = 2ma_1$$

$$4ma_1 = 3ma_2 + 5m\mu g$$

2) $a_1 < a_2$

$$3ma_2 = 2F - F_0 - F_{mp3} + F_{mp1} - F_{mp2}$$

$$3ma_2 = 2F_0 - F_{mp3} \quad 2F_0 = 4ma_1$$

$$2ma_1 = F_0$$

$$3ma_2 = \frac{2F - \mu 5mg}{3m}$$

$$a_1 = \frac{F}{2m}$$

Всем ур. даем $a_1 = a_2$

$$\frac{2F - \mu 5mg}{3m} = \frac{F}{2m} \quad 4F - 10\mu mg = 3F$$

$$F = 10\mu mg$$



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)



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)