



# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

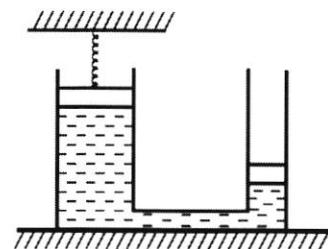
Вариант 09-01

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/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха не учитывать.

2. На горизонтальной поверхности расположены два цилиндрических сообщающихся сосуда (см. рис.), в которых налита жидкость плотности  $\rho$ . 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  $g$ .

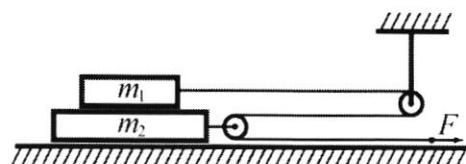


- 1) Найдите деформацию  $x$  пружины.
- 2) Найдите массу  $m$  груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.

3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты  $h = 0,5R$ , здесь  $R$  – радиус планеты. Плотность планеты  $\rho$ . 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  $\mu$ . Массы нити и блоков, а также трение в осях блоков пренебрежимо малы.

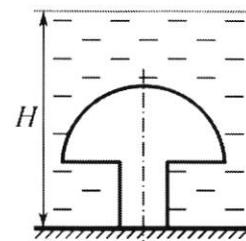


- 1) Найдите величину  $F_0$  горизонтальной силы, которую следует приложить к свободному концу нити, чтобы нижний брусок скользил по столу, а сила трения, действующая на верхний брусок, была равна нулю.
- 2) Найдите величину  $F$  минимальной силы, при которой нижний брусок скользит по столу, а верхний 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  $V = 8$  дм<sup>3</sup>, площадь соприкосновения конструкции с дном через клей  $S = 20$  см<sup>2</sup>. Плотность воды  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>, атмосферное давление  $P_0 = 100$  кПа.

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

з1

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

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

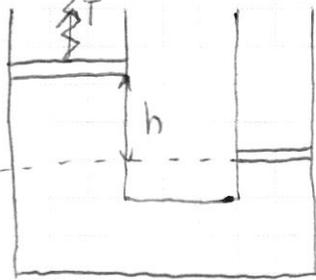
$$4 = 12 - 10t$$

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

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

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

з2



$P_0$  - давление атмосферы

Уравнение равновесия в точке 0:

$$P_0 + \rho g h - \frac{kx}{S} = P_0$$

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

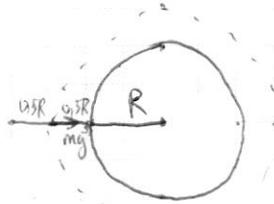
$$x = \frac{\rho g h S}{k}$$

з) ~~После~~ изменение амплитуды теперь зависит от изменения амплитуды:

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

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

з3



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

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

2) По закону Ньютона:  $x: ma = mg$

$$a = g$$

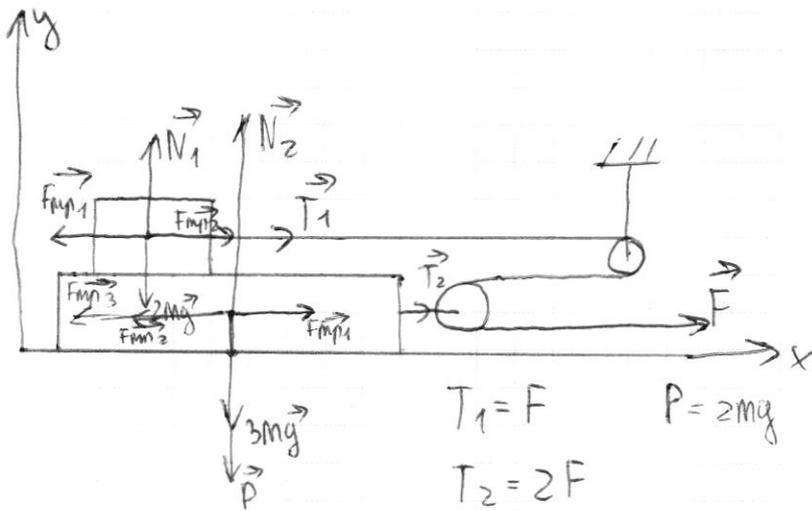
$$\frac{v^2}{1,5R} = g \Rightarrow \frac{v^2}{R} = G \frac{\rho \cdot 4 \cdot \pi R^3}{3 \cdot 2,25 R^2} =$$

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

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

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

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:

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

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

$$\begin{cases} 2ma_1 = F_0 + F_{mp2} \\ 3ma_2 = 2F_0 - \mu 5mg + \mu 2mg \end{cases}$$

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

~~ничего не знаем~~  ~~$F_{mp} = 0$~~  ~~ничего не знаем~~ ~~ничего не знаем~~

$$2F_0 = \mu 5mg$$

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

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

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

2) ~~Всему противу моменту при~~

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

$$3ma$$

~~2) при  $F_0$  уменьшении еще больше  $a_1 = a_2$~~

~~переместит влево верхний блок~~

~~т.е. если сила  $F$  больше или~~

~~меньше верхнего блока~~

~~верхний блок будет двигаться влево~~

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

~~$F_{min}$~~

~~$F_{min}$~~

~~$F$~~

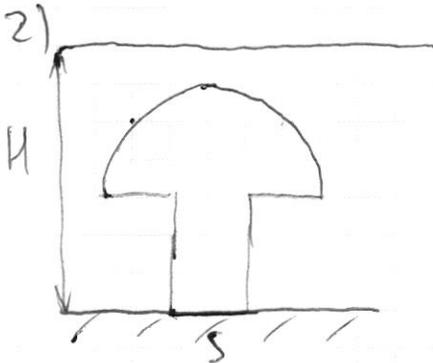
$$3F_0 + 6\mu mg = 4F_0 - 14\mu mg$$

$$F_0 = 20\mu mg$$

## 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 состоит из сил вытеснения со стороны воды на верхнюю часть, а в нижней части на часть приклеенной к поверхности ~~стержня~~ вода не действует  $\Rightarrow$  сила вытеснения меньше  $F_{\text{Arch}}$  и сила вытеснения на приклеенную часть





$$1) v = v_0 - gt$$

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

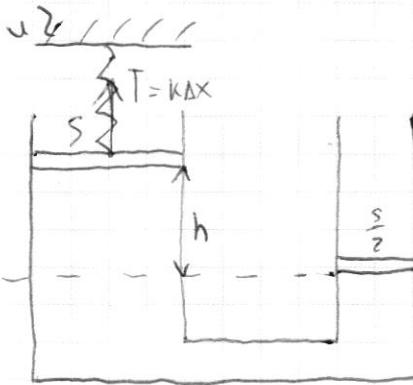
$$4 = 12 - 10t$$

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

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

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

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



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

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

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

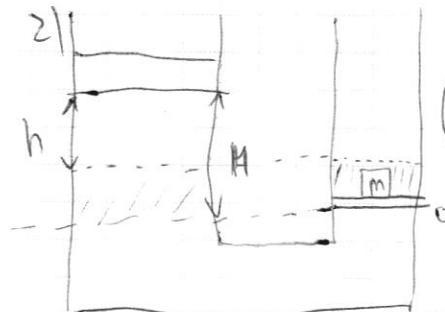
$$a_1 = F_0 t$$

отн т.о

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

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

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

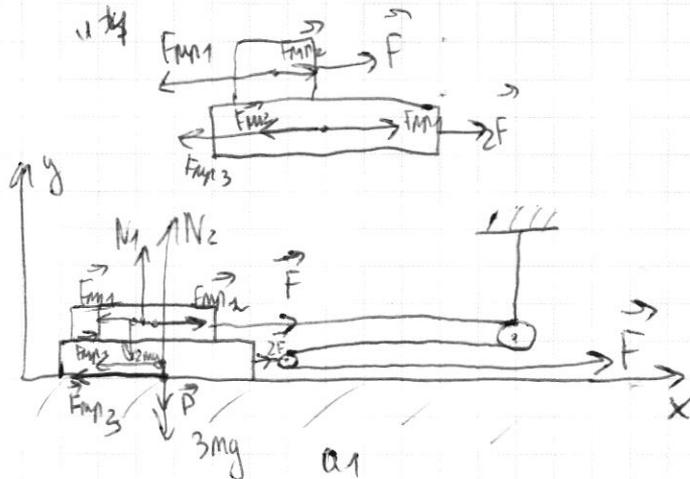


$$pgh = \frac{2mg}{S}$$

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

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

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



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:

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

$$2F_0 = F_{mp3}$$

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

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

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

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

2)  $a_1 < a_2$

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

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

$$2ma_1 = F_0$$

$$2F_0 = 4ma_1$$

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

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

Всем ур. даем  $a_1 = a_2$

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

$$F = 10\mu mg$$



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)