

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

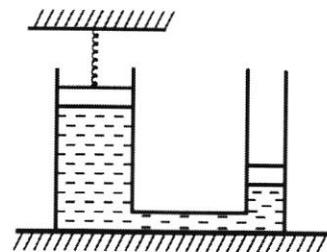
Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

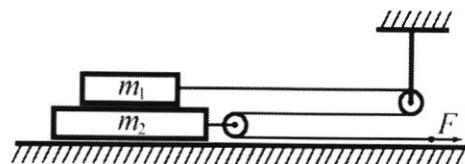
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с.
- 1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
 - 2) На какой высоте h , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
- Ускорение свободного падения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



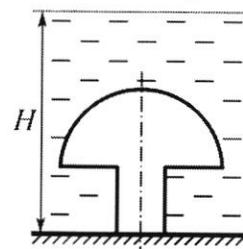
- 1) Найдите деформацию x пружины.
 - 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = 0,5R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная постоянная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

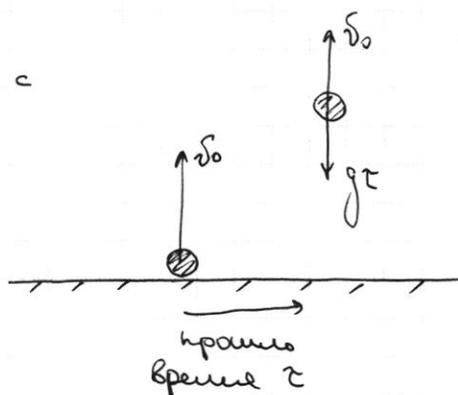
Задача 1.

$$1) \quad \frac{\Delta_0}{3} = \Delta_0 - g t$$
$$t = \frac{2 \Delta_0}{3g} = \frac{2 \cdot 12}{3 \cdot 10} = 0,8 \text{ с}$$

$$2) \quad h = \Delta_0 t - \frac{g t^2}{2}$$
$$h = \Delta_0 + \frac{\Delta_0}{3} t$$

$$h = \frac{3 \Delta_0 + \Delta_0}{6} t$$

$$h = \frac{2}{3} \Delta_0 t = \frac{2}{3} \cdot 12 \cdot 0,8 = 6,4 \text{ м}$$



Ответ: $t = \frac{2 \Delta_0}{3g} = 0,8 \text{ с}$

$$h = \frac{2}{3} \Delta_0 t = 6,4 \text{ м}$$

Задача 2.

1) $\Delta x = kx + 2S(P_0 - \rho g h)$

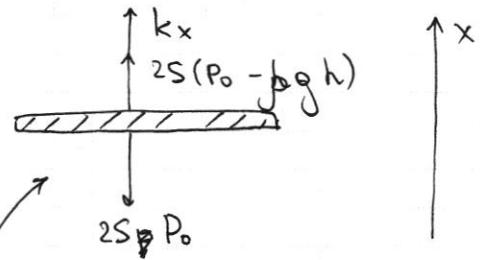
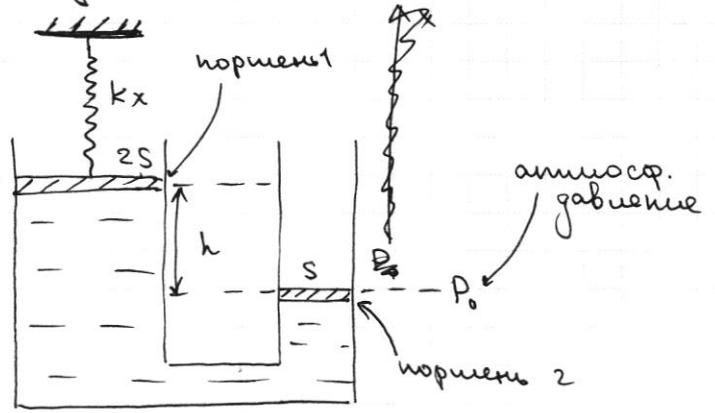
$\Delta x = kx + 2S(P_0 - \rho g h) - 2SP_0 = 0$

$kx + 2S(P_0 - \rho g h) - 2SP_0 = 0$

$kx = 2S\rho g h$

$x = \frac{2S\rho g h}{k}$

по закону Гука



2) $\Delta x: P_1 S - P_0 S - mg = 0 \quad (1)$

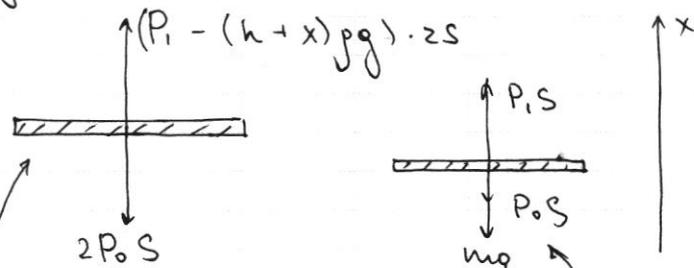
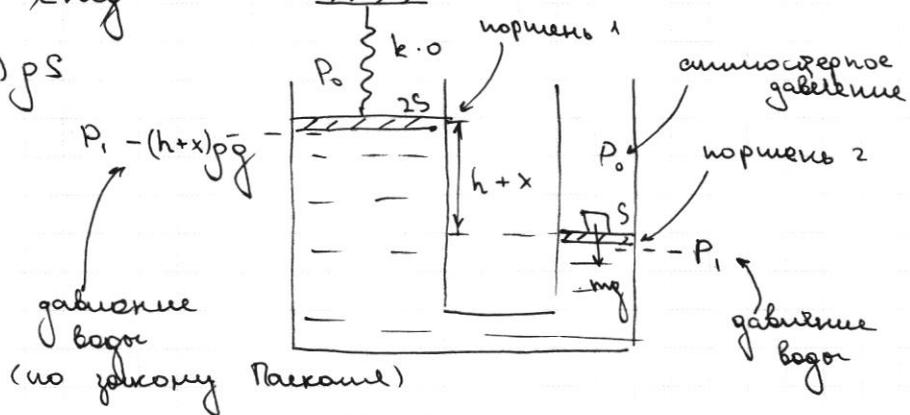
$2S(P_1 - (h+x)\rho g) - 2SP_0 = 0 \quad (2)$

$(2) - (1) \cdot 2 \Rightarrow$

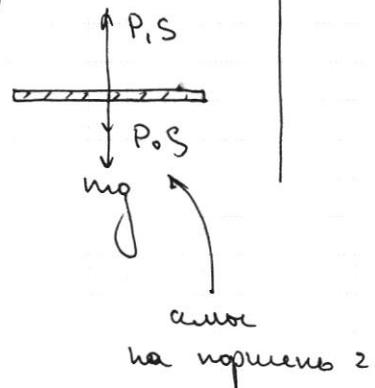
$-2(h+x)\rho g S + 2mg = 0$

$m = (h+x)\rho S$

силы на поршень 1



силы на поршень 1



силы на поршень 2

Ответ: $x = \frac{2S\rho g h}{k}$

$m = (h+x)\rho S$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.

1) Ох: $F = mg$

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

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

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

$$g = \frac{4}{3}G\pi R\rho$$

2) Ох: $F = m\omega^2 R$

$$\frac{GMm}{R^2} = m\omega^2 R \Rightarrow \omega^2 R$$

$$\frac{GM}{R^2} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R$$

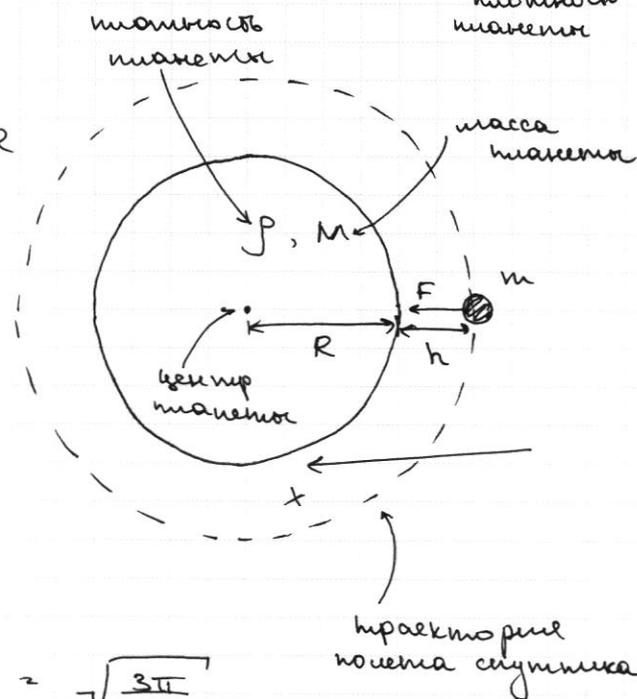
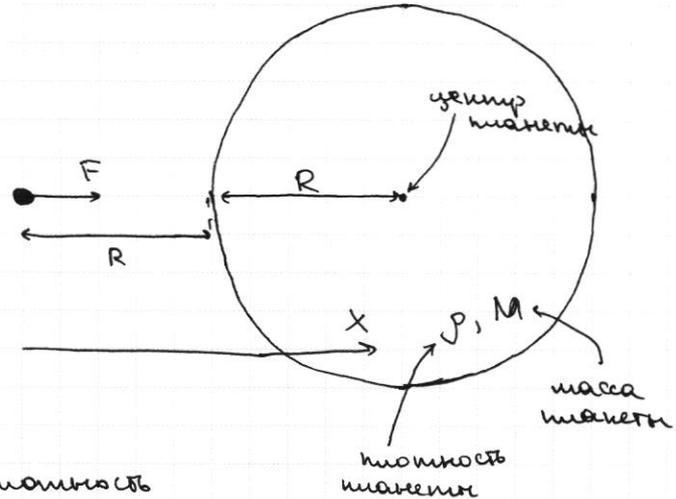
$$T^2 = \frac{R^3 \cdot (2\pi)^2}{GM}$$

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

$$T^2 = \frac{4\pi}{G \frac{4}{3}\rho}$$

$$T^2 = \frac{3\pi}{g\rho}$$

$$2) T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$$

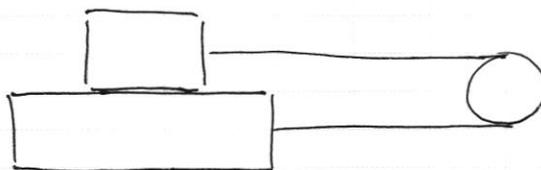


Ответ:

$$g = \frac{4}{3}G\pi R\rho$$

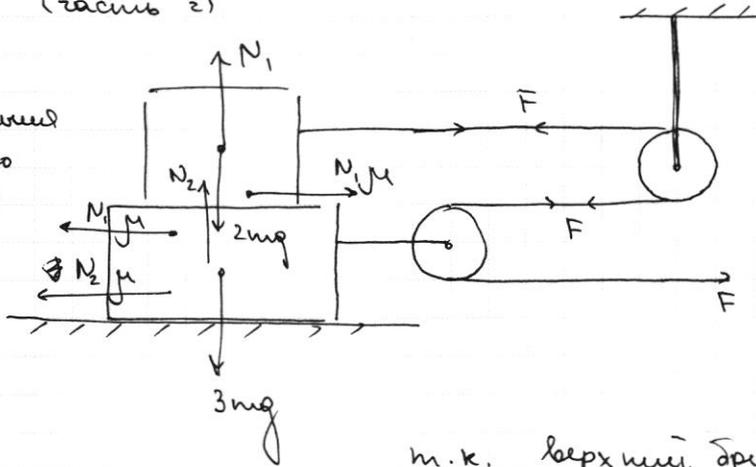
$$T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$$

Задача 4.

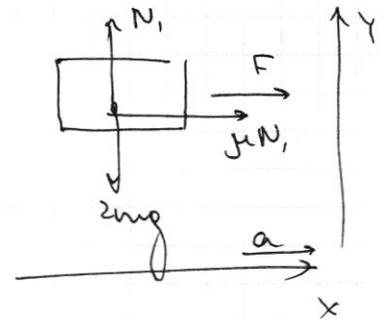
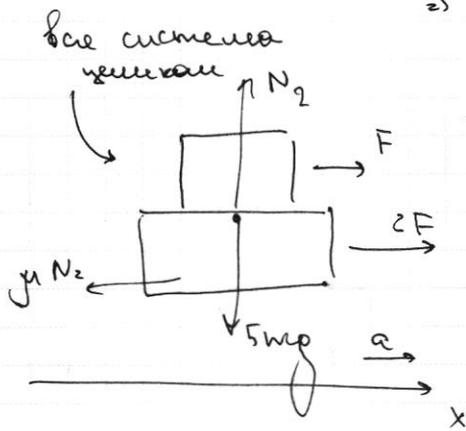


Задача 4. (часть 2)

2) Пусть все
 имеет время
 достигшее своего
 максимального
 значения,
 масса
 не будет
 двигаться
 \Rightarrow μ с
 условием
 задачи



п.к. верхний брусок отходит.
 итеево движение влево
 $\Rightarrow a_B < a_K$
 $\Rightarrow F - \text{min} \Rightarrow a_B = a_K = a$



OX: $3F - \mu N_2 = 5ma$ (1)
 $F + \mu N_1 = 2ma$ (2)

(1) + μ (3) \Rightarrow

$3F - \mu \cdot 5mg = 5ma$ (5)

OY: $N_2 - 5mg = 0$ (3)
 $N_1 - 2mg = 0$ (4)

(2) - μ (4) \Rightarrow

$F + \mu \cdot 2mg = 2ma$ (6)

(5) : (6) $\Rightarrow \frac{3F - 5\mu mg}{F + 2\mu mg} = \frac{5}{2}$

$5F + 10\mu mg = 6F - 10\mu mg$

$F = 20\mu mg$

Ответ: $F_0 = 10\mu mg$
 $F = 20\mu mg$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5. (часть 2)

1) по закону Паскаля

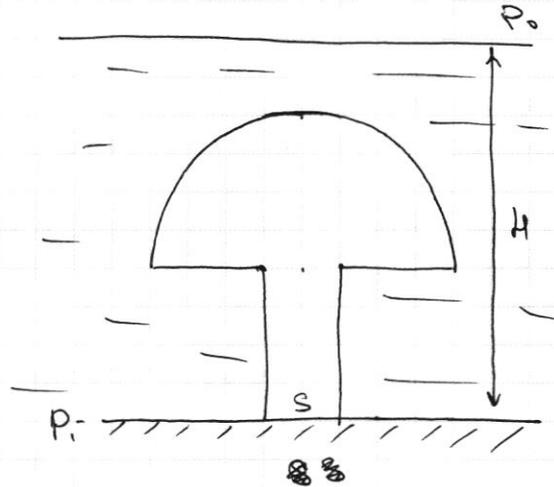
$$P_1 - P_0 = \rho H g$$

$$P_1 = P_0 + \rho H g$$

~~иногда так~~

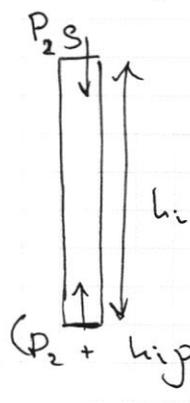
~~$$P_1 = P_0 + \rho H g = 10^5 + 1000 \cdot 2,5 \cdot 10 = 12,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$~~

$$P_1 = P_0 + \rho H g = 10^5 + 1000 \cdot 2,5 \cdot 10 \text{ Па} = 12,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$



2) Рассмотрим произвольное тело, погруженное в жидкость

Разобьем его на
кусочки площадью $S \rightarrow 0$
 \Rightarrow высота на
этом промежутке
нормальна,
рассмотрим любой
такой кусочек
на тело



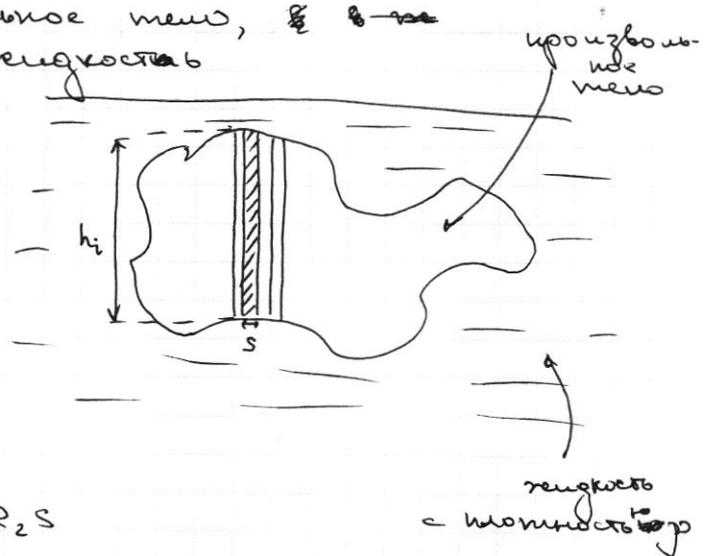
$$dx: F_i = (P_2 + h_i \rho g) S - P_2 S$$

$$F_i = h_i \rho g S, \text{ заменим это } S h_i = \delta_i - \text{ объем этого кусочка}$$

$$(P_2 + h_i \rho g) S \text{ и.е. } F_i = V_i \rho g$$

$$\Rightarrow F_0 = \sum F_i = \sum V_i \rho g = V \rho g$$

Таким образом на тело не касаются два
давления бы сила $F_0 = V \rho g$, но он
касается два, ~~и.е.~~ и.е.
вызвать силу, которая давит бы на
основание, если бы он не касался два



Задача 5. (часть 2)

Из всех предыдущих рассуждений $\Rightarrow F = F_0 - P_1 S$

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

$$F = V \rho g - (P_0 + \rho H g) S = \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10}{1000} - \frac{125 \cdot 10^3 \cdot 20}{10^4} \text{ Н}$$

$$\overline{\overline{80}}$$

$$F = 80 - 250 \text{ Н} = -170 \text{ Н} \Rightarrow F \text{ направлена вниз}$$

$$F = 170 \text{ Н}$$

* На гриб все силы действующие горизонтально уравновешены, т.к. он симметричен

Ответ: $P_1 = P_0 + \rho H g = 125 \text{ кПа}$

~~$F = V \rho g - P_1 S$~~

~~$F = P_1 S - V \rho g = 170 \text{ Н}$ (направлена вертикально вниз)~~

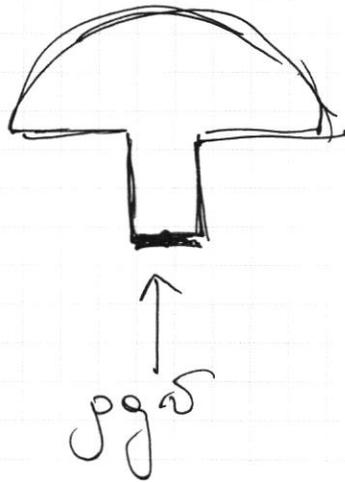
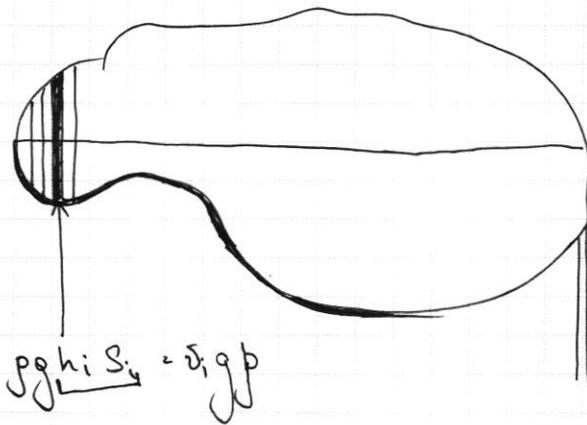
Ответ: $P_1 = P_0 + \rho H g = 125 \text{ кПа}$

$F = P_1 S - V \rho g = 170 \text{ Н}$
(направлена вертикально вниз)

$$m^2 \frac{kz \cdot \frac{m}{c^2} \cdot kz}{kz^2} = \frac{m^3}{c^2}$$

$$kz \cdot \frac{m}{c^2} = G \frac{kz \cdot kz}{m^2}$$

$$G = \frac{m^3}{c^2 \cdot kz} \cdot \frac{kz}{m^2}$$



$$12 \cdot 0,8 - \frac{10 \cdot 0,8^2}{2}$$

$$0,8 (12 - 5 \cdot 0,8)$$

$$0,8 (8) = 6,4$$



--

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

--	--	--	--