

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

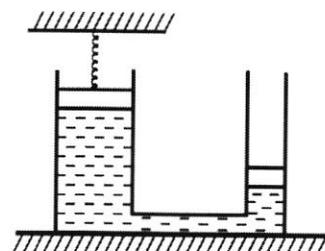
Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

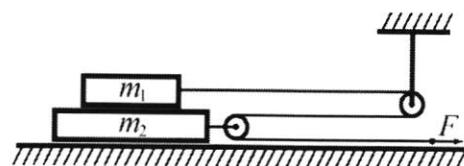
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с.
- 1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
 - 2) На какой высоте h , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
- Ускорение свободного падения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



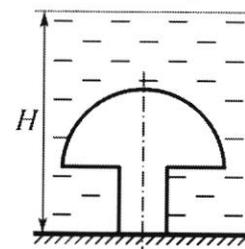
- 1) Найдите деформацию x пружины.
 - 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = 0,5R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная постоянная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

$$1) \quad \frac{\Delta_0}{3} = \Delta_0 - g t$$

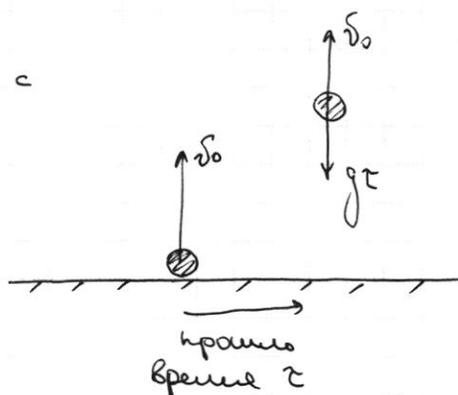
$$t = \frac{2 \Delta_0}{3g} = \frac{2 \cdot 12}{3 \cdot 10} = 0,8 \text{ с}$$

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

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

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

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



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

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

Задача 2.

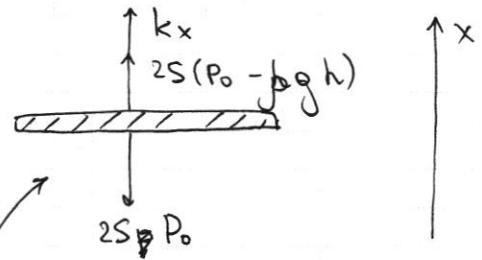
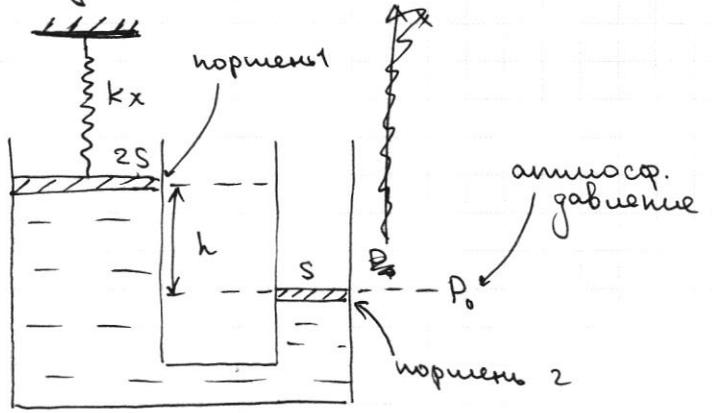
1) $\Delta x = kx + 2S(P_0 - \rho g h)$

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

$kx = 2S\rho g h$

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

по закону Гука



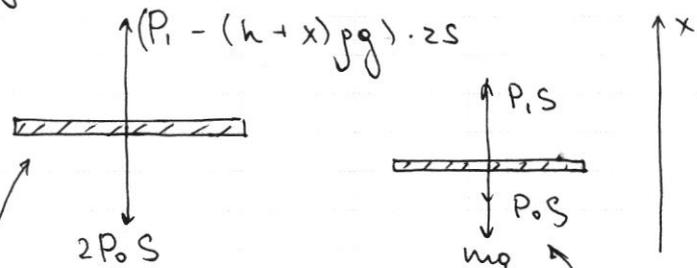
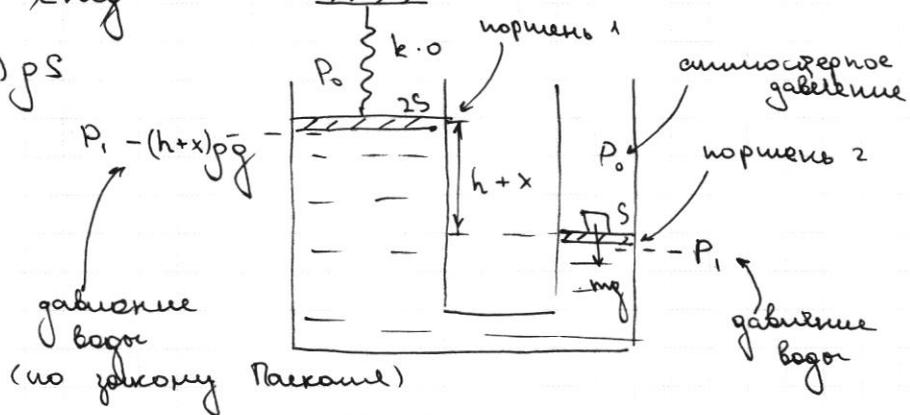
2) $\Delta x: P_1 S - P_0 S - mg = 0$ (1)
 $2S(P_1 - (h+x)\rho g) - 2SP_0 = 0$ (2)

(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: $F = m\omega^2 R$

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

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

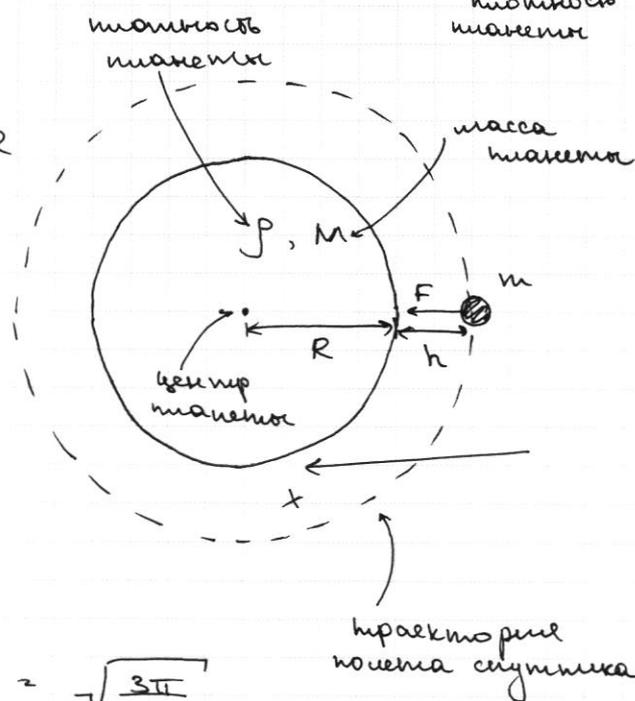
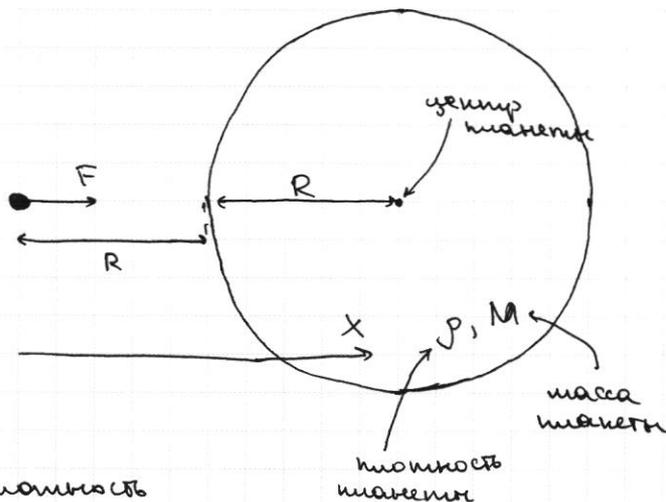
$$T^2 = \frac{R^3 \cdot (2\pi)^2}{GM}$$

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

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

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

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

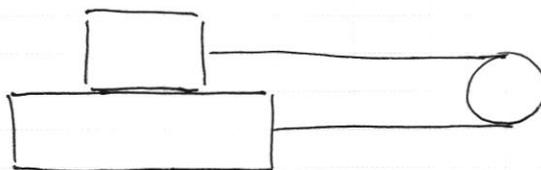


Ответ:

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

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

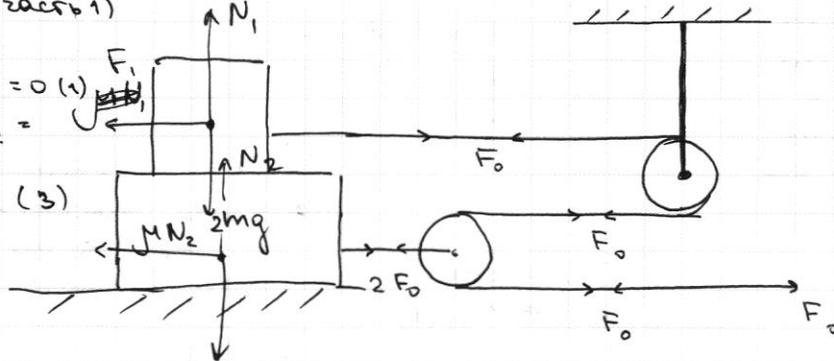
Задача 4.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4. (часть 1)

$$\begin{aligned} 1) \text{ OY: } N_2 - 5mg &= 0 \quad (1) \\ \text{OX: } 3F_0 - \mu N_2 &= \\ &= a \cdot 5m \quad (2) \\ F_0 &= 2ma \quad (3) \end{aligned}$$



$$\mu \cdot (1) + (2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3F_0 - 5mg\mu = 5ma \quad (4)$$

$$(4) : (3)$$

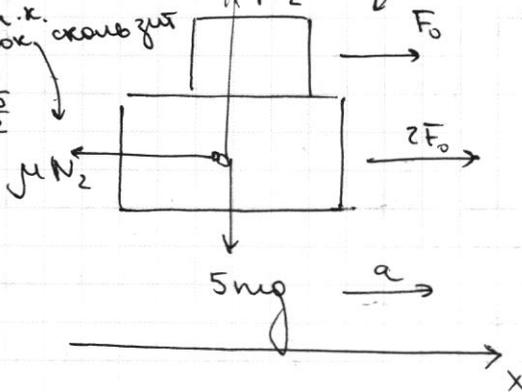
↓

$$\frac{3F_0 - 5mg\mu}{F_0} = \frac{5}{2}$$

$$6F_0 - 10mg\mu = 5F_0$$

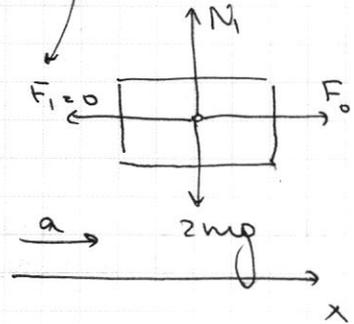
$$F_0 = 10mg\mu$$

м.к. брусок скользит



все системы
цепочки

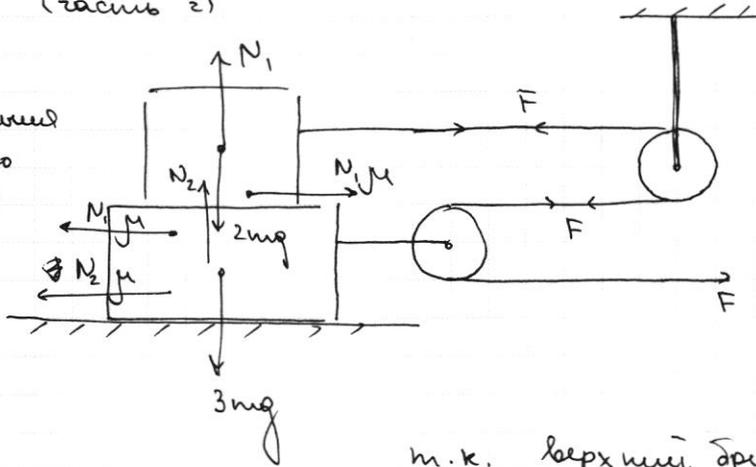
сила трения



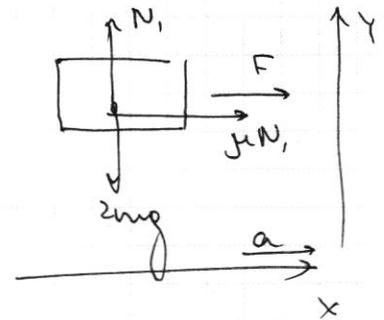
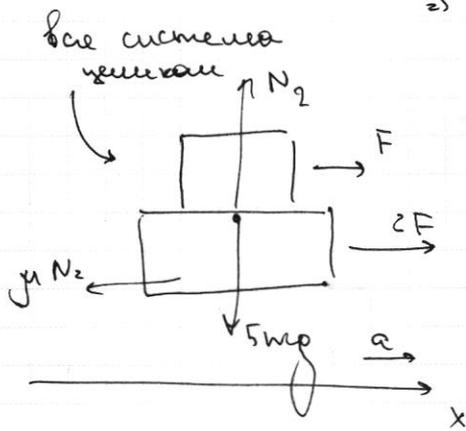
м.к. трения сила трения на
верхний брусок не действует
 \Rightarrow он поворачивается относительно
центра

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.
 итенею движется 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

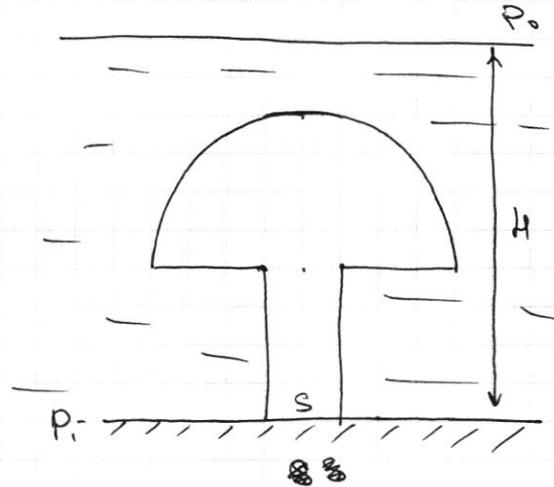
Задача 5. (часть 2)

1) по закону Паскаля

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

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

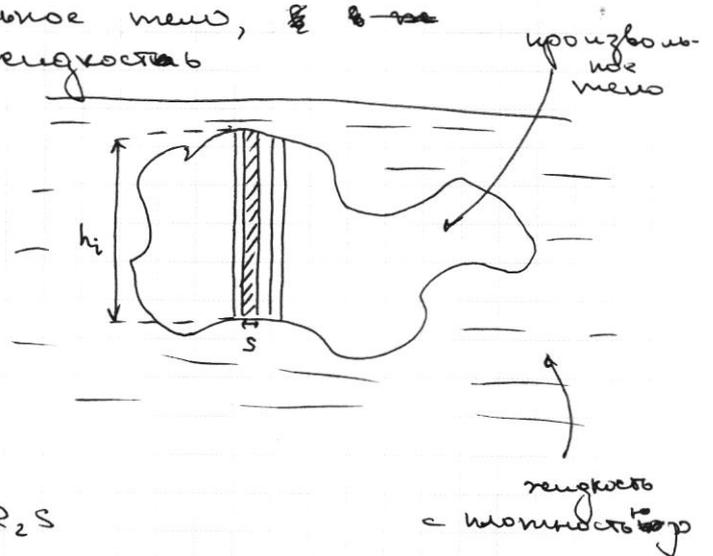
~~иногда так~~
~~иногда так~~



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

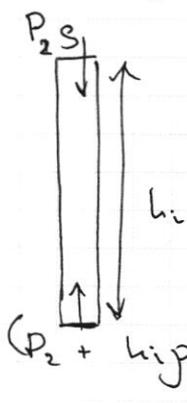
2) Рассмотрим произвольное тело, погруженное в жидкость

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.
вытеснить силу, которая давила 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: $P_1 = P_0 + \rho H g = 125 \text{ кПа}$

$$\overline{\overline{F = V \rho g - P_1 S}}$$

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

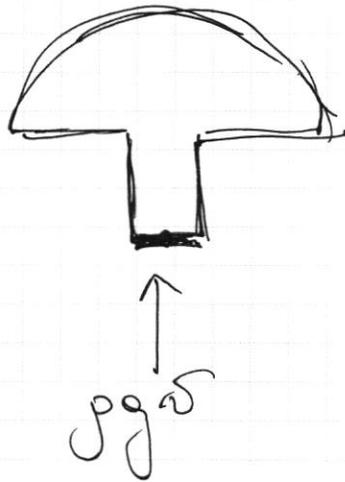
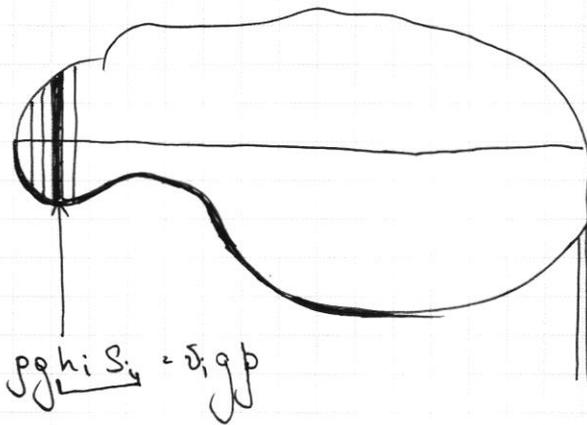
Ответ: $P_1 = P_0 + \rho H g = 125 \text{ кПа}$

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

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

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

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



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

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

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



--

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

--	--	--	--