

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

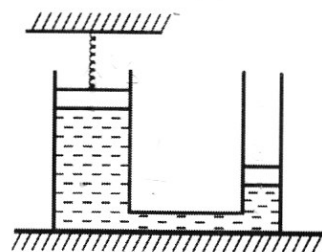
Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

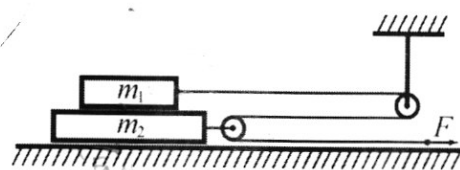
- 1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с.
- 1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
 - 2) На какой высоте h , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
- Ускорение свободного падения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



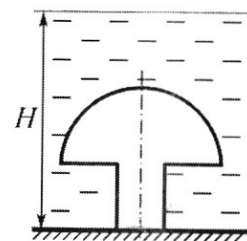
- 1) Найдите деформацию x пружины.
 - 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
- 3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = 0,5R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная постоянная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

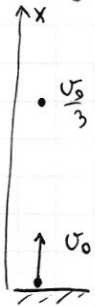
- 5. Ко дну бассейна глубиной $H=2,5$ м приклеена осесимметричная конструкция (см. рис.). Клей затвердел. Верхняя поверхность конструкции – полусфера. Объём конструкции $V = 8$ дм³, площадь соприкосновения конструкции с дном через клей $S = 20$ см². Плотность воды $\rho = 1$ г/см³, атмосферное давление $P_0 = 100$ 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 №7



$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g} t$$

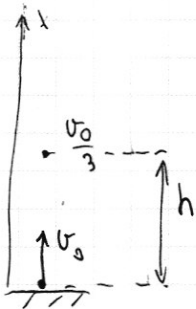
на ось

$$v_x = v_0 - gt$$

$$|v_x| = \frac{v_0}{3}$$

$$t = \frac{v_0 - v_x}{g}$$

$$t_1 = \frac{v_0 - \frac{v_0}{3}}{g} = \frac{2v_0}{3g} = 0,8c; \quad t_2 = \frac{v_0 + \frac{v_0}{3}}{g} = \frac{4v_0}{3g} = 1,6c$$



Запишем закон сохранения энергии

$$E_0 = E_1$$

$$E_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$E_1 = \frac{m\left(\frac{v_0}{3}\right)^2}{2} + mgh$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m\left(\frac{v_0}{3}\right)^2}{2} + mgh$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{2 \cdot 9} + gh$$

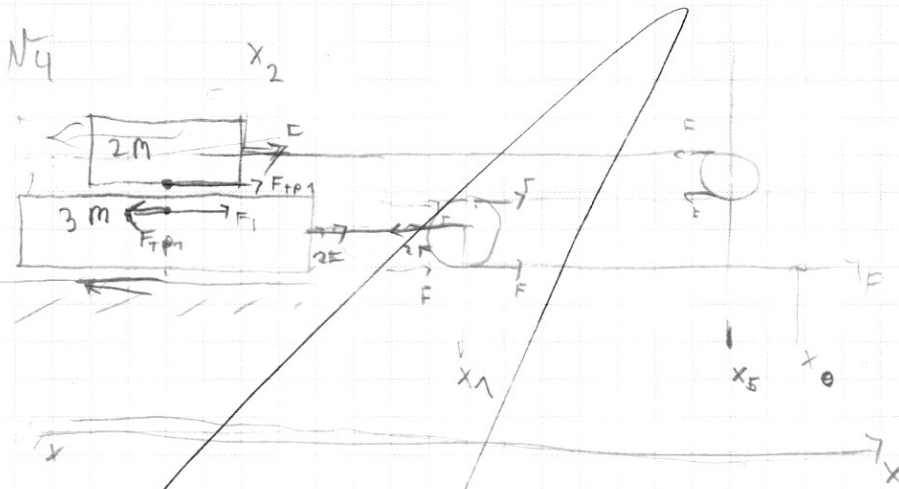
$$gh = v_0^2 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{18}\right)$$

$$h = \frac{v_0^2}{g} \cdot \frac{4}{9} = 6,4 \text{ м}$$

Ответ: $t = 0,8c$ $t = 1,6c$

$$h = 6,4 \text{ м}$$

№4



$$L = -(x_1 - x_0) + (x_1 - x_5) + (x_2 - x_5)$$

$$L = 2x_1 - x_0 + x_2 - 2x_5 - 1$$

$$0 = (2a_1 - a_0 + a_2 - 0) \cdot 1$$

$$\begin{cases} 2a_1 + a_2 = a_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_2 \cdot 2m = F \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_1 \cdot 3m = 2F - 5mg\mu \end{cases}$$

$$a_0 = 3a$$

$$a \cdot 2m = F$$

$$a \cdot 3m = 2F - 5mg\mu$$

$$a \cdot 3m - 4am = 5mg\mu$$

$$5mg\mu = ma$$

$$F = 2ma = 10mg\mu$$

$$3F = 5a$$

$$3F - 5mg\mu = 5ma$$

$$a_1 > a_2$$

$$a_1 + 3m =$$

$$= 2F - F_{TP1} - F_{TP2}$$

$$2F - \mu mg \cdot 2 - \mu mg \cdot 5 = a_1 \cdot 3m$$

$$a_2 \cdot 2m = F + \mu mg \cdot 2$$

$$a_2 = \frac{F + \mu mg \cdot 2}{2m}$$

$$a_1 = \frac{2F - 7\mu mg}{3m}$$

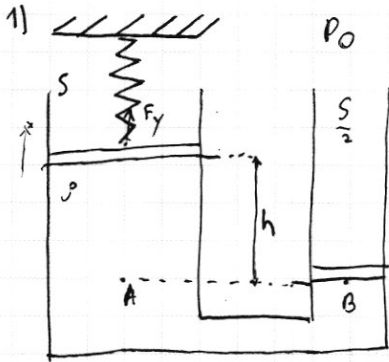
$$\frac{2F - 7\mu mg}{3m} > \frac{F + 2\mu mg}{2}$$

$$4F - 14\mu mg > 3F + 6\mu mg$$

$$F > 20\mu mg$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2



Допустим пружина растянута.

$$P_A = P_B$$

$$P_B = P_0$$

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

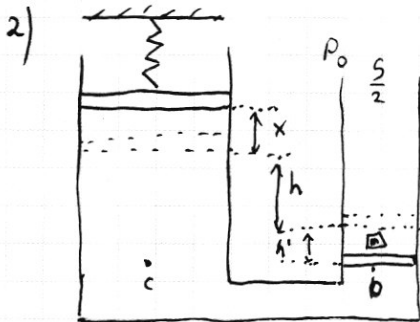
$$P_0 = P_0 + \rho g h - \frac{F_y}{S}$$

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

$$S \rho g h = kx$$

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

$x > 0$; $F_y > 0 \Rightarrow$ пружина растянута



$$P_c = P_D$$

$$P_D = \frac{mg}{S} + P_0$$

$$P_c = P_0 + \rho g (x + h + h')$$

$$\Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$\Delta V_1 = h' \cdot \frac{S}{2} \quad \Delta V_2 = Sx \quad h' \cdot \frac{S}{2} = S \cdot x$$

$$h' = 2x$$

$$P_0 + \frac{2mg}{S} = P_0 + \rho g (h + x + 2x)$$

$$2m = \rho S \left(h + 3 \frac{\rho g h S}{k} \right)$$

$$m = \frac{\rho g S h}{2} + \frac{3}{2} \frac{\rho g h S}{k} \cdot \rho S$$

Ответ: $x = \frac{\rho g h S}{k}$, $m = \frac{\rho g S h}{2} + \frac{3}{2} \rho S \frac{\rho g h S}{k}$

Задача №2

Продолжение

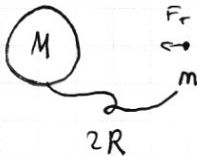
Ответ: $x = \frac{\rho g h S}{k}$

$$m = \frac{\rho h S}{2} + \frac{3}{2} \frac{\rho h g S}{k} \cdot \rho S$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3

1.



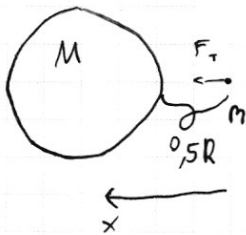
$$F_T = G \frac{Mm}{(2R)^2}$$

$$g = \frac{F_T}{m} = G \cdot \frac{M}{(2R)^2}$$

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

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

2.



$$F_T = G \frac{Mm}{(R+0,5R)^2}$$

2 зн. Нютона на ось

$$F_T = ma$$

$$a = a_y$$

$$a_y = \frac{v^2}{(R+0,5R)}$$

$$\Gamma = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi(R+0,5R)}{v}$$

$$a_y = 1,5R = v^2$$

$$\Gamma = \frac{2\pi(1,5R)}{v}$$

$$\Gamma^2 = \frac{(2\pi)^2 \cdot (1,5R)^2}{a_y^2 \cdot (1,5R)^2}$$

$$\Gamma = \sqrt{\frac{(2\pi)^2 \cdot 1,5R}{a_y}}$$

$$a_y = G \frac{M}{(1,5R)^2}$$

$$\Gamma = \sqrt{\frac{(2\pi)^2 \cdot (1,5R)^3}{GM}}$$

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

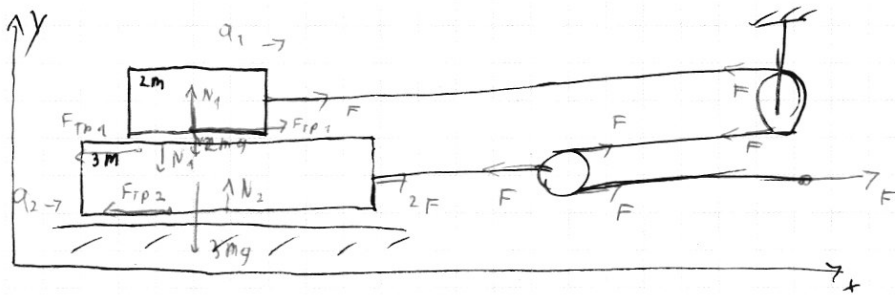
$$\Gamma = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot 1,5^3 \cdot R^3}{G\rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3}} = \sqrt{\frac{1,5^3 \cdot 3 \cdot \pi}{G\rho}}$$

Задача №3 продолжение.

$$T = \sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^3 \cdot 3 \cdot \frac{\pi}{G\rho}} = \sqrt{\frac{81}{8} \frac{\pi}{G\rho}}$$

Ответ: $g = G\rho \cdot \frac{\pi R^3}{3}$

$$T = \sqrt{\frac{81}{8} \frac{\pi}{G\rho}}$$



2 3Н Ньютона для верхнего бруска.
 $\sum \vec{F} = \vec{a}_1 \cdot 2m$

на $0x$;

$$F + F_{\text{тр}1} = 2m a_{1x}$$

на $0y$:

$$N_1 - 2mg = 0$$

2 3Н Ньютона для нижнего бруска

на $0x$

$$2F - F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2} = 3m a_{2x}$$

на $0y$

$$N_2 - N_1 - 3mg = 0$$

$$F_{\text{тр}1} = \mu N_1$$

$$F_{\text{тр}2} = \mu N_2$$

$$F + \mu 2mg = 2m a_{1x}$$

$$2F - \mu \cdot 2mg - \mu (3mg + 2mg) = 3m a_{2x}$$

$$a_{2x} \geq a_{1x}$$

$$\frac{2F - 7\mu mg}{3m} \geq \frac{F + 2\mu mg}{2m}$$

$$4F - 14\mu mg \geq 3F + 6\mu mg$$

$$F \geq 20\mu mg \quad F - \text{min}$$

⇓

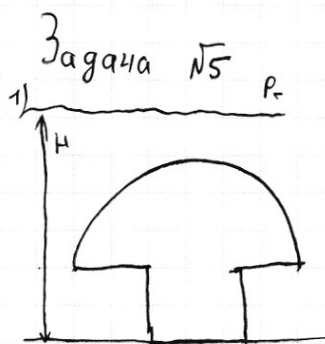
$$F = 20\mu mg$$

Ответ:

$$F_0 = 10\mu mg$$

$$F = 20\mu mg$$

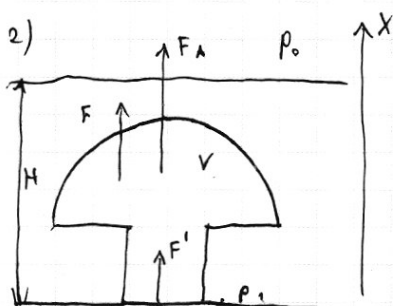
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

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

$$P_1 = 125 \text{ кПа}$$



Сила Архимеда, которая бы действовала на тело, если бы оно не было приклеено ко дну, имеет 2 составляющие.

Силу F с которой вода действует на тело сейчас. И сила F' которая действовала бы на тело со стороны ~~приж~~ поверхности, которая сейчас приклеена, если бы клея не было.

Пусть F направлена вверх.

на Ox

$$F_a = F + F'$$

$$F' = P_1 \cdot S \quad F_a = \rho g V$$

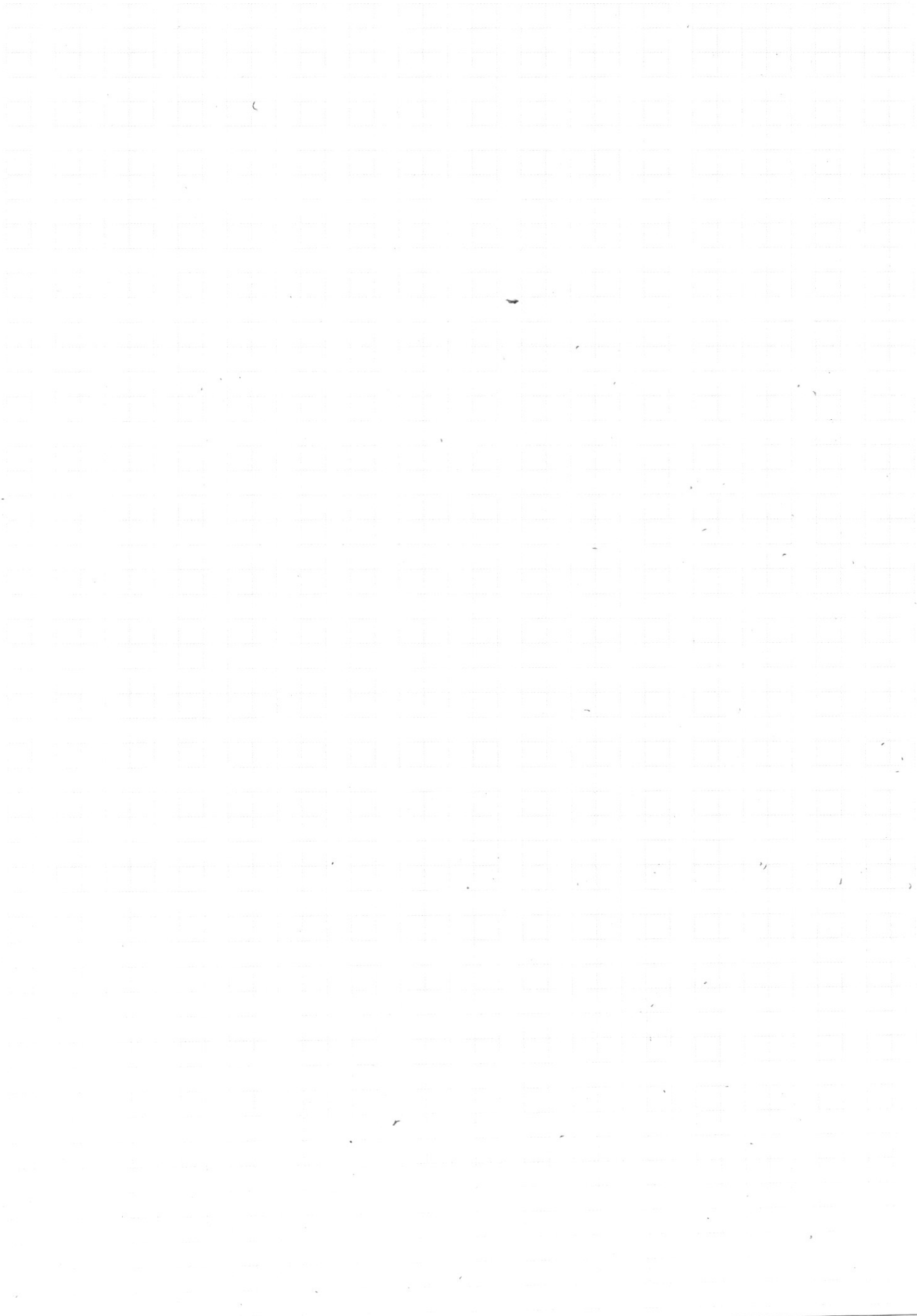
$$F = (F_a - F') = (\rho g V - P_1 \cdot S) = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{8 \cdot \text{м}^3}{10^3} - 125 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \frac{20}{100^2} \text{ м}^2$$

10000

$$F = 8000 - 25000 = -17000 \Rightarrow F \text{ направлена вниз}$$

Ответ: $P_1 = 125 \text{ кПа}$

$F = 17000 \text{ Н}$ вниз



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)