

# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

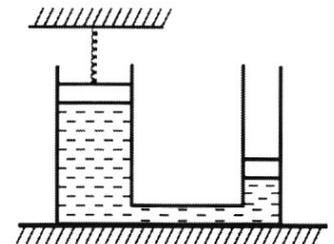
Вариант 09-02

Шифр

(заполняется секретарём)

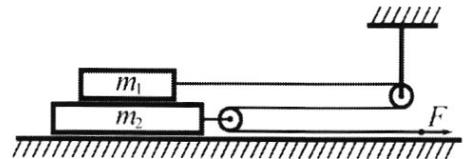
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью  $V_0 = 10$  м/с.
- 1) Через какое время  $t$  после старта скорость камня будет равна по величине  $V_0/2$ ?
  - 2) На какой высоте  $h$ , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине  $V_0/2$ ?
- Ускорение свободного 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. Деформация пружины равна  $x$ . Площадь сечения левого поршня  $S$ , правого  $S/3$ . Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения  $g$ .



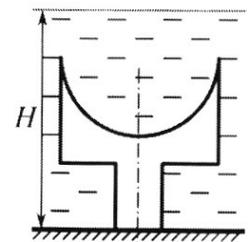
- 1) Найдите разность  $h$  уровней жидкости в сосудах.
  - 2) Найдите массу  $m$  груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты  $h = R$ , здесь  $R$  – радиус планеты. Плотность планеты  $\rho$ . Гравитационная постоянная  $G$ . Объём шара  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ .
- 1) Найдите ускорение  $g$  свободного падения на расстоянии  $3R$  от центра планеты.
  - 2) Найдите период  $T$  обращения спутника.

4. На горизонтальном столе находятся бруски, соединённые нитью с системой блоков (см. рис.). Массы брусков  $m_1 = 3m$ ,  $m_2 = 5m$ . 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 минимальную силу  $F$ , при которой нижний брусок скользит по столу, а верхний брусок движется влево относительно нижнего бруска.

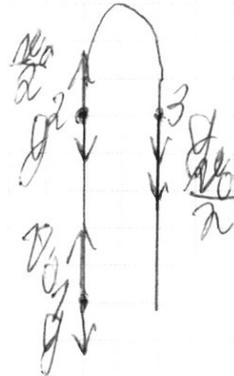
5. Ко дну бассейна глубиной  $H=3$  м приклеена осесимметричная конструкция (см. рис.). Клей затвердел. Верхняя поверхность конструкции – полусфера. Объём конструкции  $V = 5$  дм<sup>3</sup>, площадь соприкосновения конструкции с дном через клей  $S = 10$  см<sup>2</sup>. Плотность воды  $\rho = 1$  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

$v_0 = 10 \frac{м}{с}$   
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$   
 $t = ?$   
 $h = ?$



$$\frac{v_0}{2} = v_0 - gt$$

$$gt = v_0 - \frac{v_0}{2}$$

$$gt = \frac{v_0}{2}$$

$$t = \frac{v_0}{2g} = \frac{10 \frac{м}{с}}{2 \cdot 10 \frac{м}{с^2}} = 0,50$$

$$\frac{v_0}{2} = gt - v_0$$

$$gt = 1,5 v_0$$

$$t = \frac{1,5 v_0}{g} = \frac{1,5 \cdot 10 \frac{м}{с}}{10 \frac{м}{с^2}} = 1,50 \text{ с}$$

тогда скорость  $\frac{v_0}{2}$  в двух зеркальных  
 точках 2 и 3)

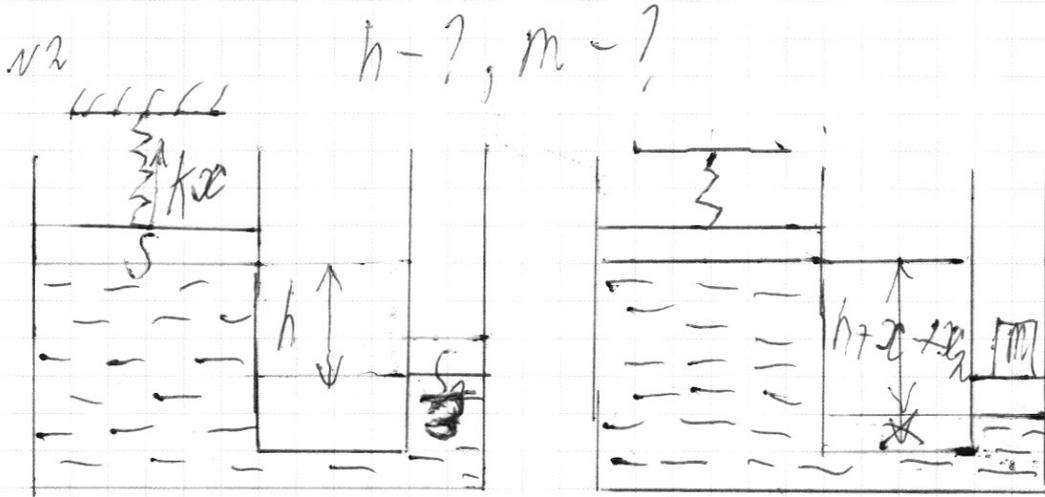
$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g v_0^2}{4g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{4g} = \frac{3v_0^2}{4g} = \frac{3 \cdot (10 \frac{м}{с})^2}{4 \cdot 10 \frac{м}{с^2}} =$$

$= 3,75 \text{ м}$  (другое расстояние не надо так  
~~ответ~~ точки 2 и 3 находятся зеркально.

ответ: 0,5 с, 1,5 с, 3,75 м

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{Kx}{s} = h \rho g$$

$$h = \frac{Kx}{s \rho g}$$

~~$\frac{\rho g}{s} = (h + x) \rho g$~~  (так как пружина...  
 ~~$\frac{\rho g}{s}$~~   ~~$(h + x) \rho g$~~ )

и на форму распрямится на  
и уровень ~~соединит~~ в левой колоне  
должен подняться на  $x_1$ , в правой  
колонке уменьшится на  $x_2$  или  $3x$ .

$$x_2 \frac{\rho g}{s} = x_1 \rho g \quad (\text{так как жидкость не сжимается})$$

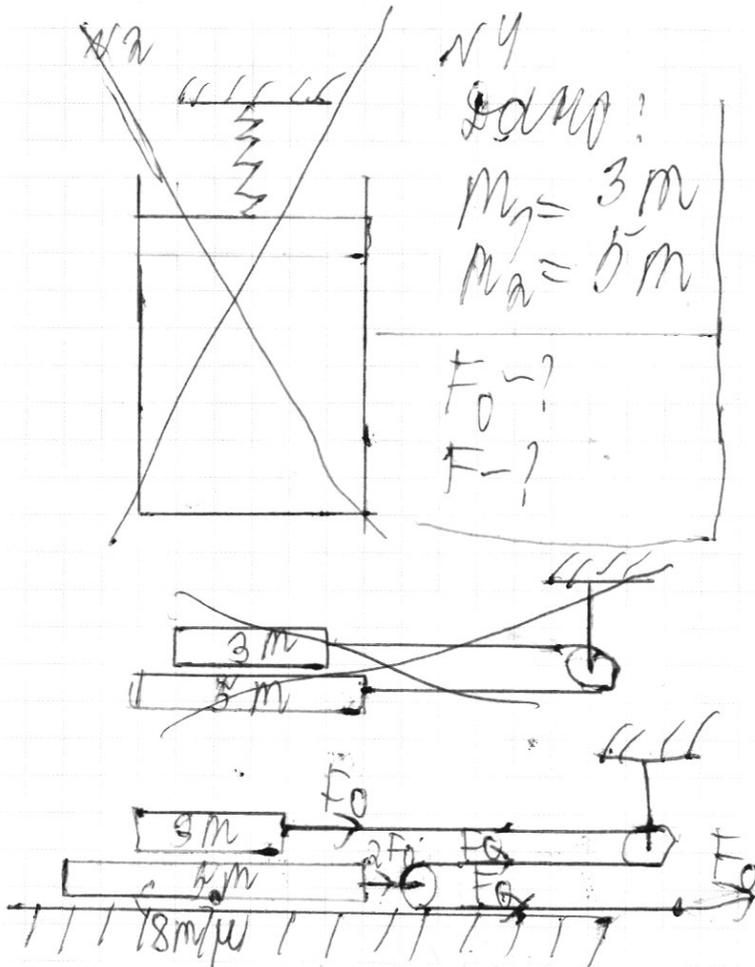
$$x_2 = 3x \quad \text{значит}$$

$$\frac{\rho g}{s} = (h + x + 3x) \rho g$$

$$\frac{3M}{3} = (1 + 4\alpha) D$$

$$M = \frac{(1 + 4\alpha) D^3}{3} = \frac{1}{3} \frac{K_{\alpha} D^3}{\rho g} + 4\alpha D^3$$

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



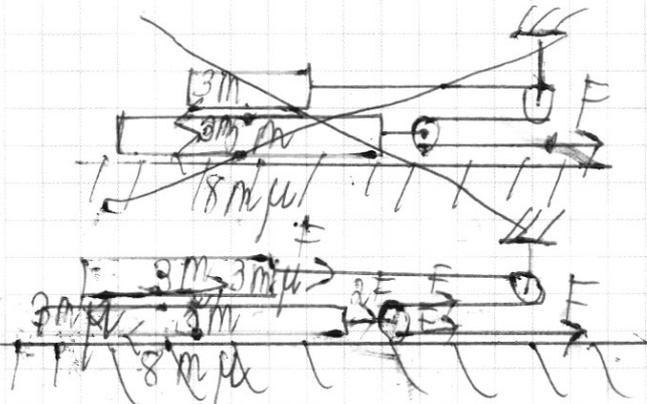
№4  
Задача!  
 $m_1 = 3m$   
 $m_2 = 5m$   
 $F_0 = ?$   
 $F = ?$

Ускорение верёвочного и массивного груза равно так как сила трения действует только на верхний грузок равно 0,

$$\frac{2F_0 - 8mg}{5m} = \frac{F_0}{3m}$$

$$6F_0 - 24mg = 5F_0$$

$$F_0 = 24mg$$



$$2F - \frac{17m \mu}{5m} = \frac{3m \mu + F}{3m}$$

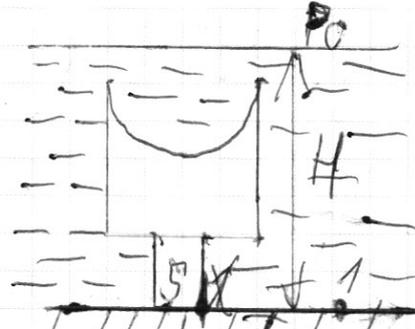
$$6F - 33m \mu = 9m \mu + 5F$$

$$F = 48m \mu$$

так как верхний брусок  
идет влево от нос. трения  
нет, то сила трения  
для него направлена  
вправо, и так  
как нижний брусок  
идет вправо от  
нос. трения, то сила  
трения для него направлена влево.

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$H = 3 \text{ м}$ $V = 5 \text{ дм}^3$ $S = 70 \text{ см}^2$ $\rho = 7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ $P_0 = 700 \text{ кПа}$ $g = 70 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$м:$ $0,005 \text{ м}^3$ $0,007 \text{ м}^2$ $7000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $700000 \text{ Па}$ -
$F = ?$ $P_1 = ?$	



давление в точке 1:  
 $P_1 = P_0 + \rho g h = 700000 \text{ Па} + 70 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 7000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 3 = 730 \text{ кПа}$   
 Предположим  $F$  направ-

равлена  $5 \text{ мН}$ , тогда  $F = SP_1 - F_A$  ( $F_A$  - сила архимеда,  $SP_1$  - сила с которой давила бы вода на прижатую поверхность если бы она не была прижатой между ней и дном или маленькое расстояние/предельно маленькое).

~~$F = SP_1 - F_A = 0,007 \cdot 730000 - SP_1 - V \rho g = 0,007 \cdot 730000 - 0,005 \cdot 7000 \cdot 70$~~

$F = SP_1 - F_A = SP_1 - V \rho g = 0,007 \text{ м}^2 \cdot 730000 \text{ Па} - 0,005 \text{ м}^3 \cdot 7000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 70 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 80 \text{ Н}$   
 Ответ:  $730 \text{ кПа}$ ,  $80 \text{ Н}$

13

$$M_n = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3 \quad (M_n - \text{масса материала})$$

$$g = G \frac{M_n}{(3R)^2} = \frac{G \rho \frac{4}{3} \pi R^3}{9R^2} = \frac{4}{27} \frac{G \rho \pi R}{3}$$

$$v = \sqrt{gR} = \sqrt{\frac{4}{27} \frac{G \rho \pi R^2}{3}}$$

$$T = \frac{L}{v}$$

$$L = 2\pi R \quad (\text{длина орбиты})$$

$$T = \frac{2\pi R}{\sqrt{\frac{4}{27} \frac{G \rho \pi R^2}{3}}} = \frac{2\pi R}{6R \sqrt{\frac{G \rho \pi}{3}}} = \frac{\pi}{3 \sqrt{\frac{G \rho \pi}{3}}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$r$      $\rho$      $G$

$F = G \frac{m_1 + m_2}{R^2}$

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

$g = \frac{M \cdot M^2}{R^2} \cdot \frac{R}{M^3}$

$r = \sqrt{g R^3}$

$g = \frac{M \cdot M^2}{R^2} \cdot \frac{R}{M^3}$

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

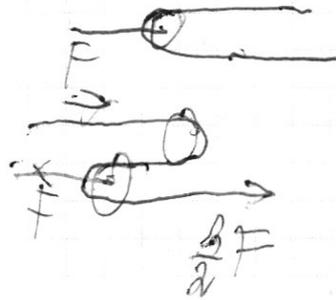
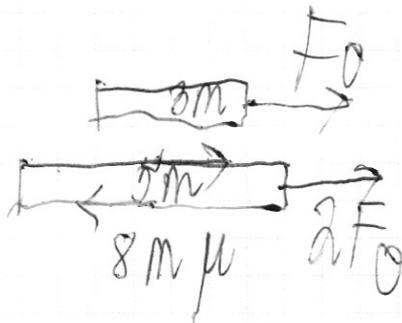
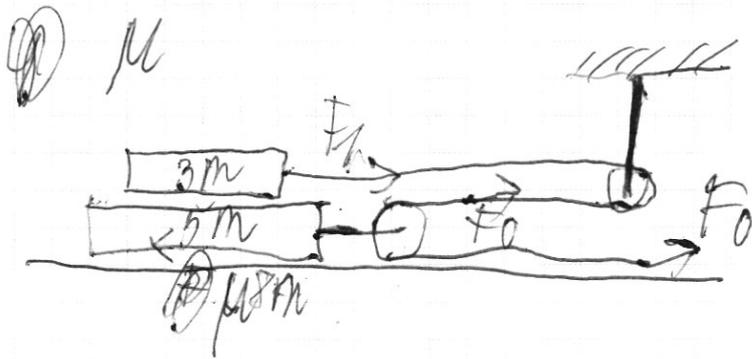
$g = G \frac{M_r}{R^2}$

$\frac{M}{R^2} =$

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

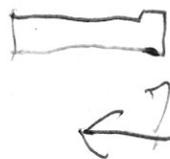
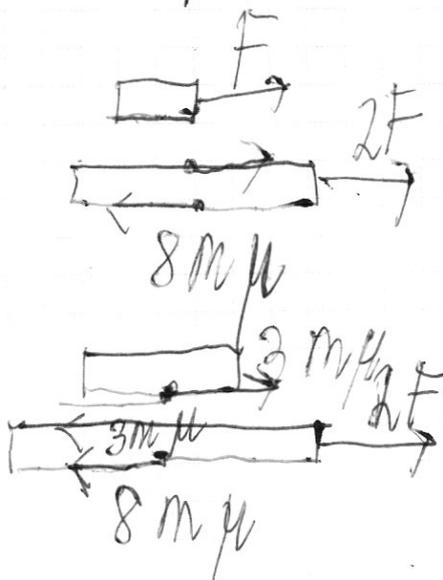
$M \frac{M \cdot M^2}{R^2} \cdot \frac{R}{M^3}$

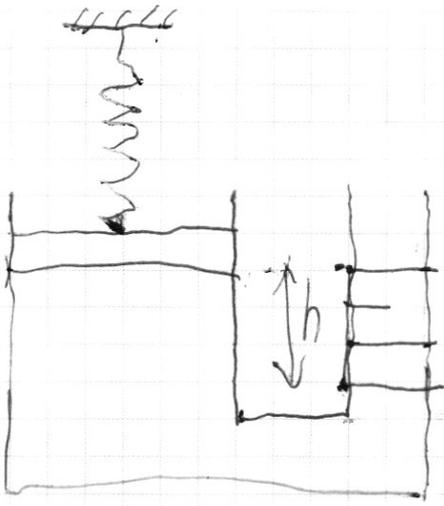
$\frac{M \cdot M^2}{R^2} \cdot \frac{R}{M^3}$



$$\frac{2F_0 - 8m\mu}{8m} = \frac{F_0}{3m}$$


②  $6F_0 - 24m\mu = 9F_0$   
 $24m\mu = F_0$





$$v = \frac{2\sqrt{1}}{g\sqrt{6\rho\pi}}$$

$$v = \sqrt{gh}$$

$$t = \frac{e}{v}$$

$$e = 2\sqrt{1} R$$

$$\frac{2\sqrt{1} R}{\sqrt{6\rho\pi}}$$

$$\frac{2\sqrt{1} R}{3}$$

$$\frac{M \cdot \frac{1}{R^2}}{R^2} = \frac{M}{R^4}$$

$$\frac{M_0}{R^2} = \frac{M}{R^2}$$

~~$$kx = h\rho g$$~~

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



~~$$3mg = (h+x)\rho g$$~~

$$\frac{3m}{\rho} = (h+x)$$

$$m = \frac{(kx/\rho g + x)\rho g}{3}$$

$$\frac{mg}{3} =$$

$$x_1 = x_2 \frac{S}{g}$$

$$x_2 = \frac{2S}{3} = 2x_1$$

$$\frac{3m}{\rho} = (h + 4x)$$

$$m = \frac{(h + 4x)\rho g}{3} = \frac{kx}{3}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v_0$

$$\frac{v_0}{2} = v_0 - gt$$

$$gt = v_0 - \frac{v_0}{2}$$

$$gt = \frac{v_0}{2}$$

$$t = \frac{v_0}{2g} = \frac{10}{2 \cdot 10} = 0,50$$

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

$$h = v_0 \frac{v_0}{2g} - \frac{g \frac{v_0^2}{4g^2}}{2}$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g}$$

$$h = \frac{4v_0^2 - v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g} = \frac{3 \cdot 100}{8 \cdot 10} = \frac{30}{8} = \frac{15}{4} = 3,75$$

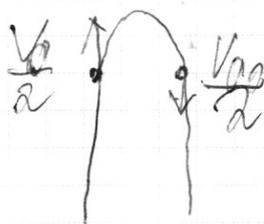
$$= 3,75 \text{ м}$$

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

$$\frac{v_0}{2} = gt - v_0$$

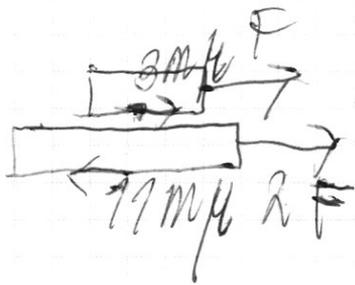
~~$$gt = \frac{3v_0}{2}$$~~

$$t = \frac{3v_0}{2g} = \frac{3 \cdot 10}{2 \cdot 10} = 1,50$$



~~$g = \frac{40 \cdot 0,5}{2 \cdot 0,5^2}$~~

~~$\frac{10 \cdot 10}{2 \cdot 10} = \frac{100}{20} = 5$~~



$$\frac{2F - 11m\mu}{3m} = \frac{3m\mu + F}{3m}$$

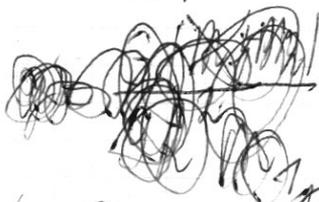
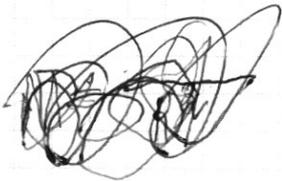
$$6F - 33m\mu = 15m\mu + 5F$$

$$F = 48m\mu$$

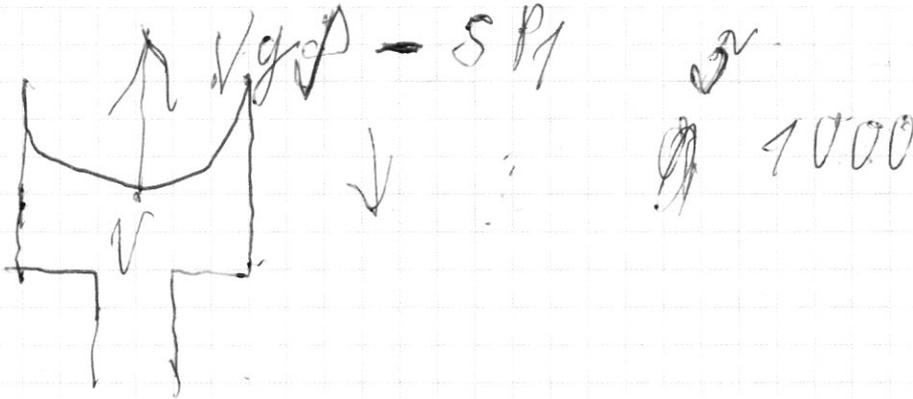
$$g = \frac{G}{gR^2}$$

$$\frac{4 \cdot 10^{22}}{R^2}$$

$$g = \frac{G M}{R^2}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$P_2 = P_0 + \rho g H = 100 \text{ кПа} + 10 \cdot 1000 \cdot 3 = 100000 + 30000 = 130 \text{ кПа}$$

~~10000~~  
~~100000~~      1000



~~10000~~

$V_{гп} =$

$$F = 0,005 \text{ м}^3 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot 100 \text{ В} = 0,001 \cdot 130$$

$1000 \Rightarrow 50 = 130$

$$F = 5 P_1 - V_{гп} p = 10 \cdot 130 - 50 = 80 \text{ Н} \downarrow$$