

# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

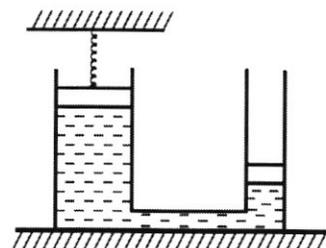
Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

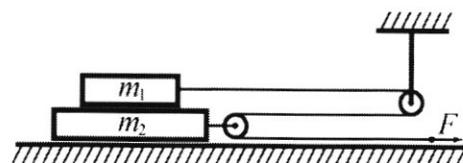
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью  $V_0 = 12$  м/с.
- 1) Через какое время  $t$  после старта скорость камня будет равна по величине  $V_0/3$ ?
  - 2) На какой высоте  $h$ , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине  $V_0/3$ ?
- Ускорение свободного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



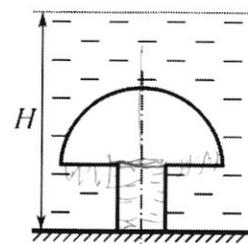
- 1) Найдите деформацию  $x$  пружины.
  - 2) Найдите массу  $m$  груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты  $h = 0,5R$ , здесь  $R$  – радиус планеты. Плотность планеты  $\rho$ . Гравитационная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



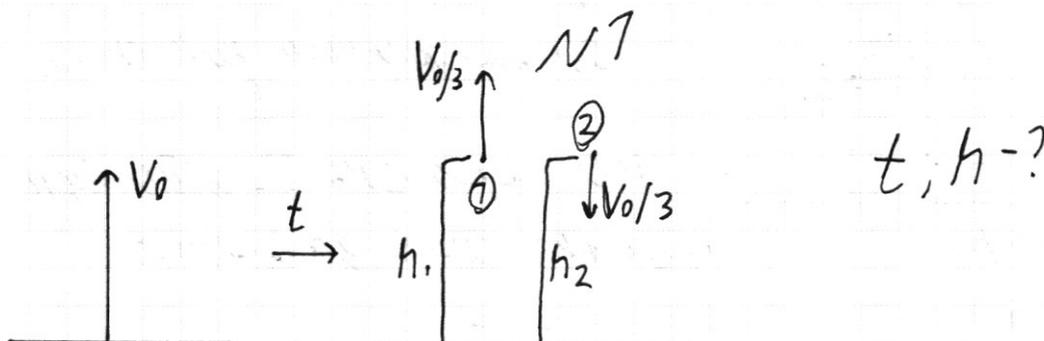
- 1) Найдите величину  $F_0$  горизонтальной силы, которую следует приложить к свободному концу нити, чтобы нижний брусок скользил по столу, а сила трения, действующая на верхний брусок, была равна нулю.
- 2) Найдите величину  $F$  минимальной силы, при которой нижний брусок скользит по столу, а верхний 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



Есть 2 случая, когда  $V = V_0/3$ , скорость может быть направлена вверх, или вниз

1) скорость вверх

$$\Delta V_1 = V_0 - V_0/3 = 8 \text{ м/с}$$

$$t_1 = \Delta V_1 / g = 0,8 \text{ с}$$

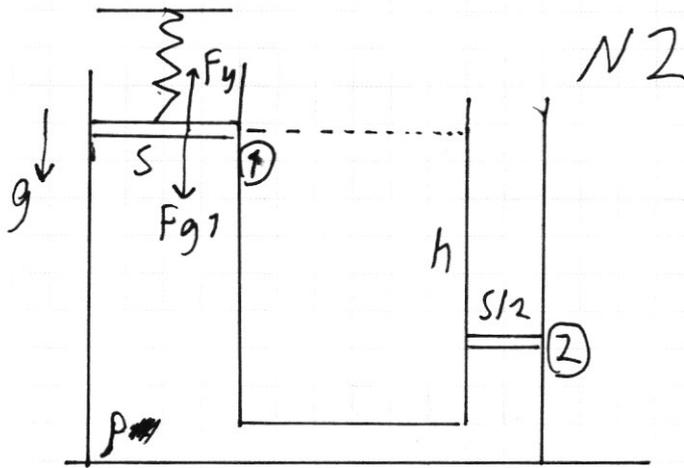
$$h_1 = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 6,4 \text{ м}$$

2)  $\Delta V_2 = V_0 + V_0/3 = 16 \text{ м/с}$

$$t_2 = \Delta V_2 / g = 1,6 \text{ с}$$

$$h_2 = V_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = 6,4 \text{ м}$$

Ответ:  $t_1 = 0,8 \text{ с}$ ;  $h_1 = 6,4 \text{ м}$ ;  $t_2 = 1,6 \text{ с}$ ,  $h_2 = 6,4 \text{ м}$



N 2

$X$  пруж = ?

предбремем

атмосферным давлением

на поршень 2 действует только сила давления

$F_{\text{дав}} = P \cdot S$ ; но тк поршень не движается, то

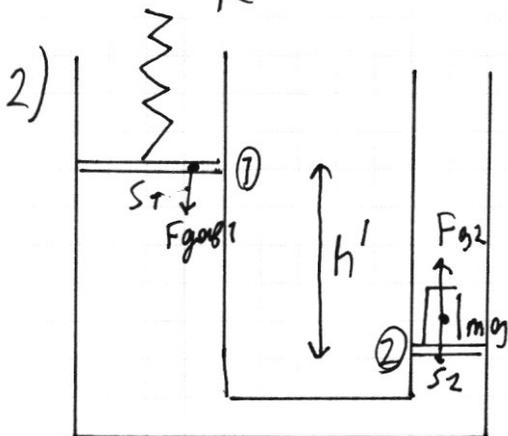
$$F_{\text{дав}2} = 0 \quad P_2 = 0$$

тогда, на поршень 1 действует вниз

$$F_{\text{дав}1} = \rho \cdot g \cdot h \cdot S \quad \text{тогда пружина}$$

растянута,  $F_{\text{упр}} = kx = \rho \cdot g \cdot h \cdot S$

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



пусть на поршень 2 положим груз массы  $m$ , и пружина оказалась недеформированной

поршень 1 поднимется на  $x$ ,

поршень 2 опустится на  $2x$  (тк  $S_1 = 2S_2$ )  
тогда, тк поршень 1 не движается,  $F_{\text{дав}1} = 0$ ;

$$F_{\text{дав}2} = \rho g h' S/2 = \rho g (h + 3x) \cdot S/2$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 предметные

$$F_{\text{дав 2}} = mg$$

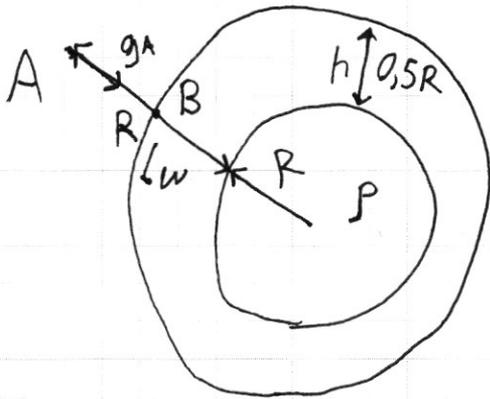
$$m = \rho g (h + 3x) \cdot S / 2g$$

$$m = \rho (h + 3x) \cdot S / 2$$

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

$$\text{Ответ: } x = \frac{\rho g h S}{k}; m = \rho \left( h + 3 \frac{\rho g h S}{k} \right) \cdot S / 2$$

N3



$$h = 0,5R$$

$$G \quad V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$g_A = ?$$

$$T_{\text{сум.}} = ?$$

пусть в точке A есть тело массой  $m$ ,  
масса  $F$  пульта  $= G \frac{mM}{4R^2}$

$$mg = G \frac{mM}{4R^2}$$

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

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

$$2) g_B = G \frac{M}{2,25R^2} = G \frac{\frac{4}{3}\rho\pi R^3}{2,25 R^2} = G \frac{\frac{4}{3}\rho\pi R}{2,25}$$

$$g = \omega^2 R \quad \omega^2 = G \frac{\frac{4}{3}\rho\pi}{\frac{9}{4}} = G \frac{16}{27}\rho\pi$$

~~$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$~~

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

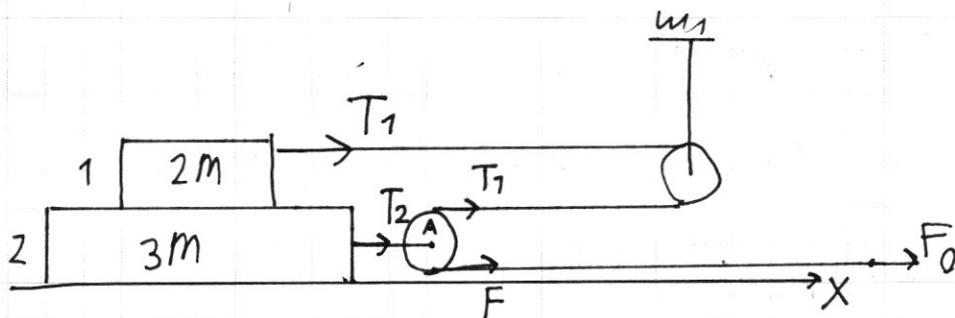
$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{G \frac{16}{27}\rho\pi}}$$

Ответ:  $g = G \frac{\rho\pi R}{3}$ ;

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{16}{27} G \rho \pi}}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4



- 1)  $F_0$ , такое, что между брусками не было трения  
тогда эти бруски движутся с одинаковым ускорением  $z$   
рассмотрим  $z$ -й  $z$ -й брусок  
для брусков по оси  $x$ :

$$2ma = T_1$$

$$3ma = T_2 - 5mg$$

$$3T_1 = 2T_2 - 10mg$$

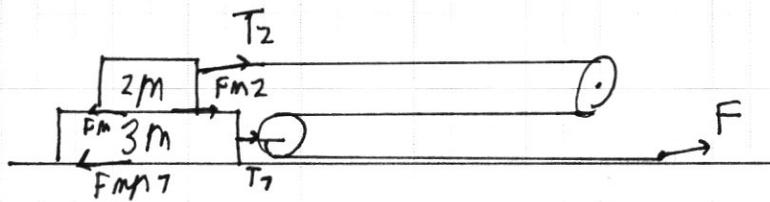
тк нить нерастяжима,  $T_1 = F_0$

в точке А:  $T_2 = \cancel{T_1} + F_0 = 2F_0$

$$3F_0 = 4F_0 - 10mg \quad F_0 = 10mg$$

# №4 продолжение

2)



$F$ , такое, что  $a_2 > a_1$

$$3ma_2 = T_1 - F_{m1} - F_{m2}$$

$$3ma_2 = 2F - 5\mu mg - 2\mu mg = 2F - 7\mu mg$$

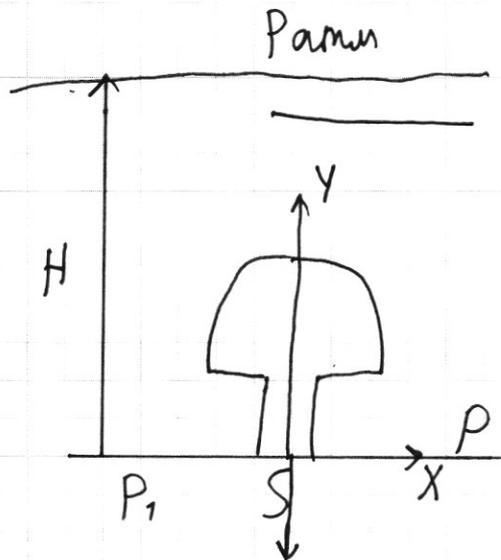
$$2ma_1 = T_2 - F_{m2} = F - 2\mu mg$$

$$4F - 14\mu mg > 3F - 2\mu mg$$

$$F > 12\mu mg \quad F_{\min} = 12\mu mg$$

$$\text{Ответ: 1) } F_0 = 10\mu mg \quad 2) F_{\min} = 12\mu mg$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



N 5

$$H = 2,5 \text{ м}$$

$$V = 8 \text{ дм}^3$$

$$S = 20 \text{ см}^2$$

$$\rho = 7 \text{ т/см}^3$$

$$P_0 = 100 \text{ кПа}$$

1)  $P_1$  величина давления

$$P_1 = \rho g H + P_{\text{атм}} = 125000 \text{ Па}$$

2) ~~силы~~ тк, относительно оси Y

конструкция симметрична, то силы, с которыми действует вода по оси X компенсируются.

сила Архимеда - ~~разность~~ <sup>сумма</sup> сил по оси Y.

сила  $= P_1 S$  не действует на тело, а остальные силы действуют.

$$\text{тогда } F = F_A - P_1 S = \rho g V_{\text{п}} - P_1 S =$$

$$= 70 \text{ н} - 250 \text{ н} = -240 \text{ н}$$

Ответ: 1) 125000 Па 2) 240 н; вниз направленно



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)

$$2ma = T_2$$

$$3ma = T_1 - 5mg$$

$$3T_2 = 2T_1 - 10mg$$

$$T_1 = \frac{T_2 + F_0}{2}$$

$$3T_2 = T_2 + F_0 - 10mg$$

$$F_0 = 2T_2 + 10mg$$

$$25000 + 100000$$

$$1000 \cdot 10 \cdot 25$$

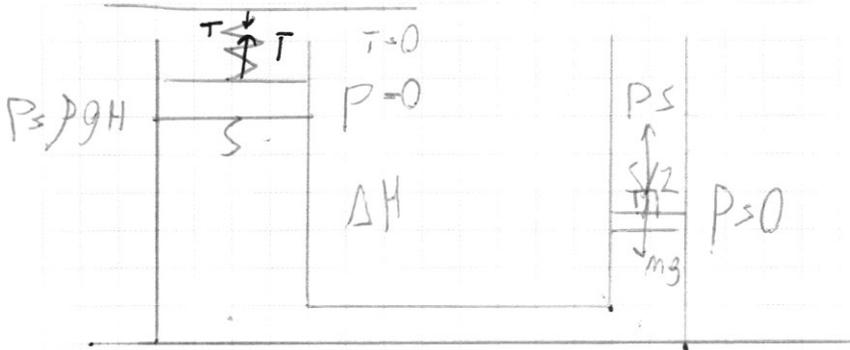
$$7 \cdot 10 \cdot 2$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\Delta P = \rho g (H + 2\Delta x)$$

$$P = ma$$

$$F = \rho g H S = k \Delta x$$

$$\Delta x = \rho g h S / k$$

$$mg = P S / 2 = \rho g (H + 2 \rho g H S / k) S / 2$$

$$m = \rho g S / 2 (H + 2 \rho g H S / k) S / 2 g$$

$$m = \rho g S$$

$$F = P S$$

$$\checkmark P = \rho g H$$

$$k / m^3 \cdot m / c^2 \cdot m$$

$$k / m \cdot c^2$$

$$F = k \cdot m / c^2$$



$$\begin{array}{r} 13,6 \overline{) 2} \\ \underline{14} \phantom{00} \\ 16 \phantom{00} \\ \underline{16} \phantom{00} \\ 0 \phantom{00} \\ 0,8 \phantom{00} \\ \underline{0,8} \\ 0,54 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 15,6 \overline{) 1,6} \\ \underline{1,6} \\ 0 \phantom{00} \\ \underline{16} \\ 2,56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 12 \overline{) 0,8} \\ \underline{12} \\ 0,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 12 \overline{) 1,6} \\ \underline{12} \\ 0,4 \phantom{00} \\ \underline{0,4} \\ 0 \phantom{00} \\ 1,2 \phantom{00} \\ \underline{1,2} \\ 0 \phantom{00} \\ 1,92 \end{array}$$

$$6,4 \overline{) 2}$$

$$\begin{array}{r} 25,6 \overline{) 2} \\ \underline{2} \phantom{00} \\ 0,5 \phantom{00} \\ \underline{0,5} \\ 0,04 \phantom{00} \\ \underline{0,04} \\ 0,008 \end{array}$$

4 м/с

$$\Delta V_1 = 8 \text{ м/с} \quad t_1 = \Delta V_1 / g = 0,8 \text{ с}$$

$$\Delta V_2 = 16 \text{ м/с} \quad t_2 = \Delta V_2 / g = 1,6 \text{ с}$$

$$h = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 0,000 \phantom{00} \\ 8 \phantom{00} \\ 0,008 \end{array}$$

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

$$9,6 - 3,2 = 6,4 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 19,2 \\ \underline{13,8} \\ 5,4 \end{array}$$

$$12 \cdot 1,6 - \frac{10 \cdot 1,6^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ 2500 \\ 2500 \end{array}$$

$$19,2 - 12,8$$

250 м

$$1000 - 10 \cdot 0,0001$$

$$0,01 \text{ м}^2$$

$$\frac{16}{27} G \rho T R = \frac{3}{2} W^2 R$$

$$WR = \frac{32}{81} G \rho T$$



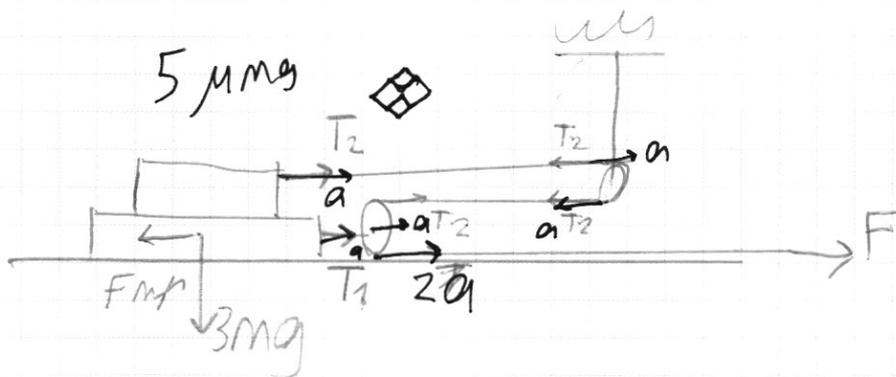
~~4~~

$\rho g V$

$$F = F_A - \rho g H S$$

$P_1 = \rho g H + P_0$

$$T_1 > F = F_A - P_1 S$$



$$F_{mp} = 5 \mu mg$$

$$T_1 - 5 \mu mg = T_2$$

$$T_1 \quad F = T_2$$

$$T_1 = \frac{T_2 + F_0}{2}$$

$$(T_1 - 5 \mu mg) / 3 \mu mg = T_2 / 2 \mu mg$$

$$F_0 = 2T_1 - T_2 \quad T_1 / 3 \mu mg - 5/3 \mu = T_2 / 2 \mu mg$$

$$F_0 = 2T_1 - T_1 + 5 \mu mg$$

$$FR/3m$$

$$F_0 = T_1 + 5 \mu mg$$

$$T_1 / 3 - 5/3 \mu mg = T_2 / 2$$

$$2T_1 - T_2 = T_1 + 5 \mu mg$$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

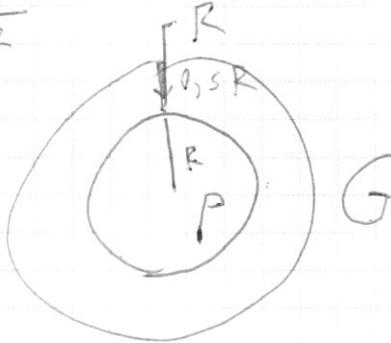
(Нумеровать только чистовики)

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$F = m \cdot m / c^2$$

$$\frac{m^2}{m^2}$$

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



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

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

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

$$g = G \frac{\rho V}{4R^2}$$

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

$$g = G \frac{\rho \frac{1}{3} \pi R^3}{R^2}$$

$$g = \frac{1}{3} G \rho \pi R$$

$$T =$$

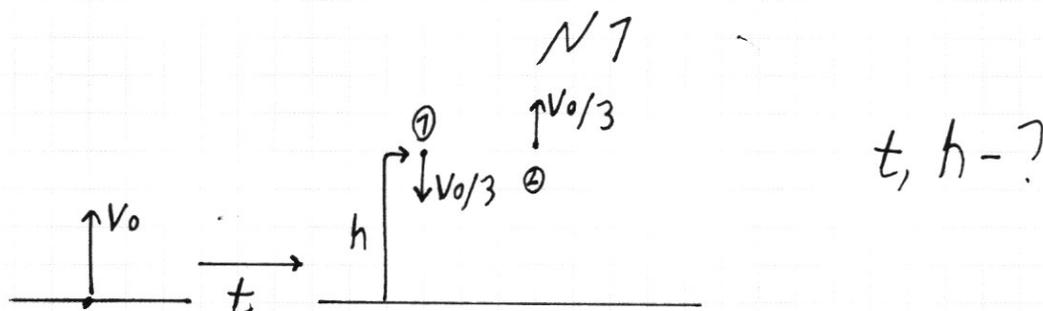
$$g = G \frac{M}{R^2} = G \frac{M}{2,25R^2}$$

$$g = G \frac{\rho \frac{4}{3} \pi R^3}{2,25R^2} = G \frac{\rho \frac{4}{3} \pi R^3}{\frac{9}{4}} = G \frac{16}{27} \rho \pi R$$

$$g = W^2 R = W^2 \cdot 1,5R$$

$$T =$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



есть 2 случая, когда  $v = v_0/3$ ,  
скорость ~~и~~ может быть направлена  
вверх или



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)