

# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

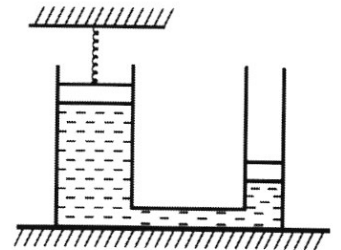
Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

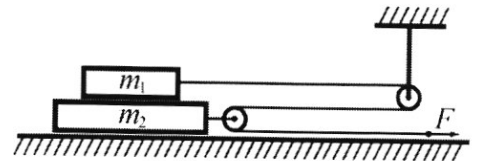
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью  $V_0 = 12$  м/с.
- 1) Через какое время  $t$  после старта скорость камня будет равна по величине  $V_0/3$ ?
  - 2) На какой высоте  $h$ , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине  $V_0/3$ ?
- Ускорение свободного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



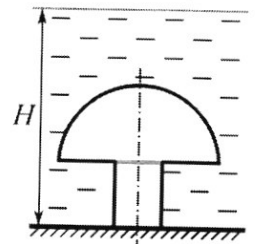
- 1) Найдите деформацию  $x$  пружины.
  - 2) Найдите массу  $m$  груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты  $h = 0,5R$ , здесь  $R$  – радиус планеты. Плотность планеты  $\rho$ . Гравитационная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

Задача 1. Дано:  $V_0 = 12 \text{ м/с}$ ;  $g = 10 \text{ м/с}^2$

Опред: 1)  $t$ ; 2)  $h$ ; Решение:

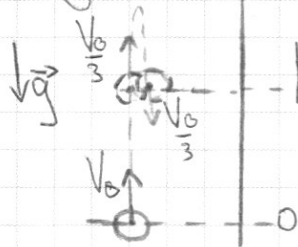


рис. 1

$g = \text{const}$   $\rightarrow$  Движение равноускоренное

1) Запишем  $z$ -н равноускоренного

движения:  $y: h = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$  (1)

Для скорости есть 2 случая:

а) Скорость  $V_0/3$  направлена

б) Скорость  $V_0/3$  направлена

вверх:  $\frac{V_0}{3} = V_0 - g t_1$  (2);

вниз:  $-\frac{V_0}{3} = V_0 - g t_2$  (3);

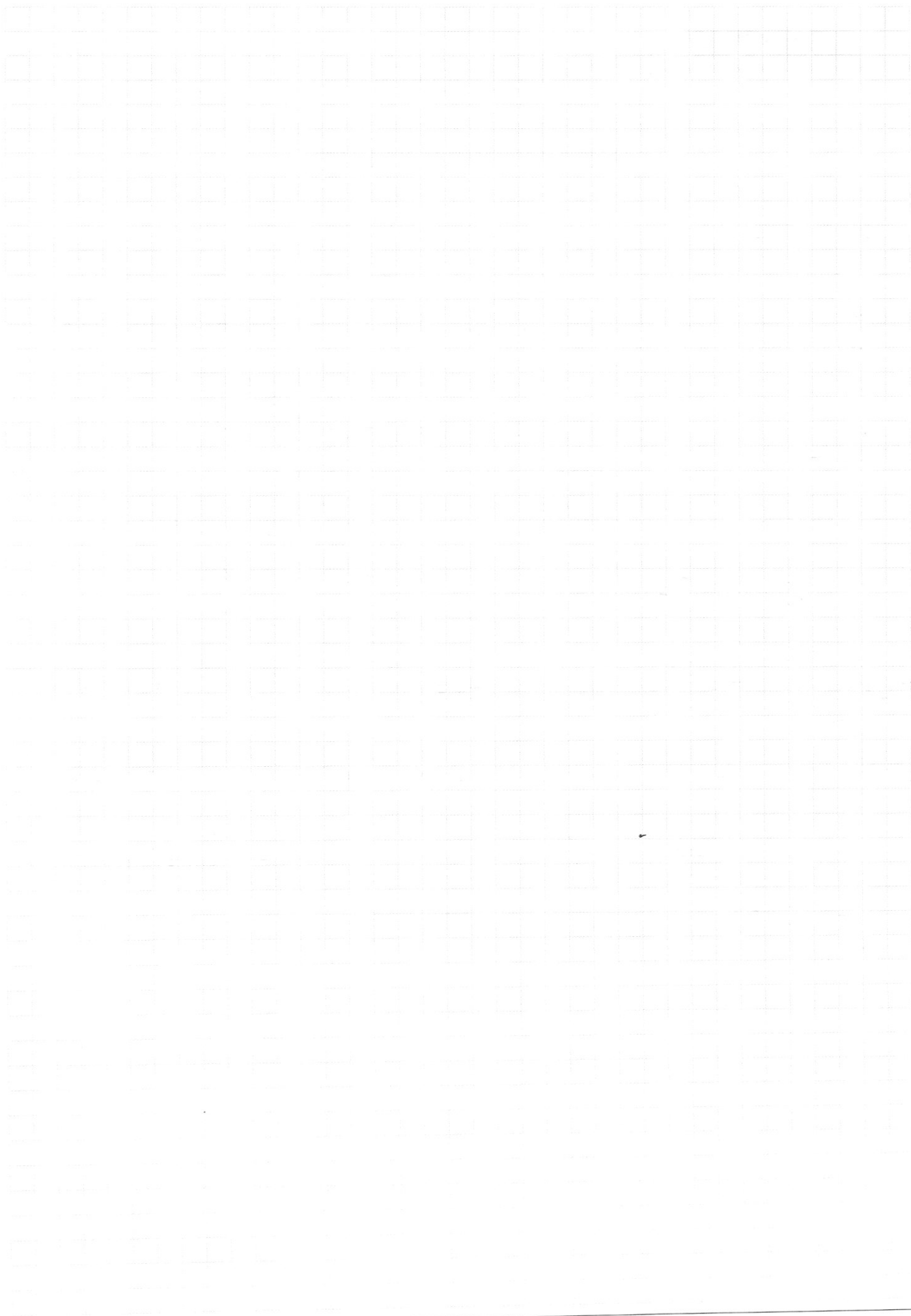
$$t_1 = \frac{V_0 - \frac{V_0}{3}}{g} = \frac{2V_0}{3g} = \frac{24}{30} \text{ с} = 0,8 \text{ с};$$

$$t_2 = \frac{V_0 + \frac{V_0}{3}}{g} = \frac{4V_0}{3g} = \frac{48}{30} \text{ с} = 1,6 \text{ с}$$

2) Из ур-я 1 мы получим  $t_1$  и подставляя в ур-е 1:

$$h = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 12 \cdot \frac{8}{10} \text{ м} - \frac{10 \cdot 0,64}{2} \text{ м} = 9,6 \text{ м} - 3,2 \text{ м} = 6,4 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $t_1 = 0,8 \text{ с}$ ;  $t_2 = 1,6 \text{ с}$ ; 2)  $h = 6,4 \text{ м}$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2.

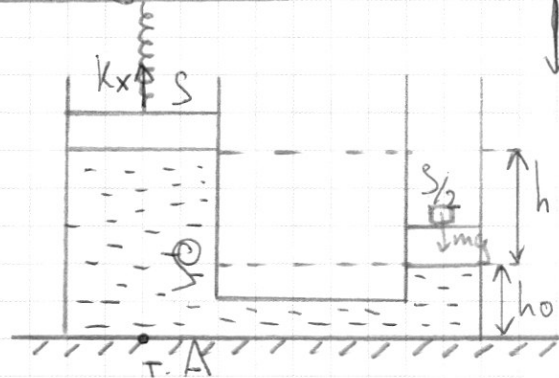


рис. 2

Дано:  $k, S, g, \rho, h$ ; Определить: 1)  $x$ ; 2)  $m$



Решение:

1) Заняем тем же давлением в точке A:

$$p_A = \rho(h+ho)g - \frac{kx}{S} = \rho ho g$$

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

2) Так же заняем давление в точке A:

$$\rho(h+ho+h_2)g = \frac{2kxg}{S} + \rho(ho-h_2)g$$

До этого пружина растягивалась  $\Rightarrow$  когда она будет в недеформированном состоянии, уровень воды в левой банке поднимется, а в правой опустится.

Жидкости не сжимаемы  $\Rightarrow h_2 S = kx \frac{S}{2} \Rightarrow h_2 = 2h_1$

$$m = \frac{\rho(h+3h_2)S}{2}$$

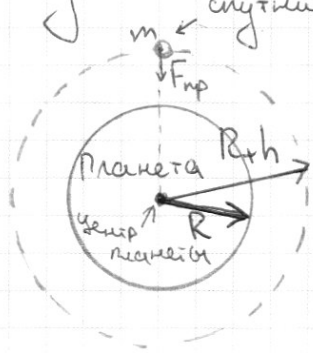


черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3. Дано:  $h = 0,5R$ ;  $R$ ;  $\rho$ ;  $G$ ; Определить: 1)  $g$ ; 2)  $T$



Решение:

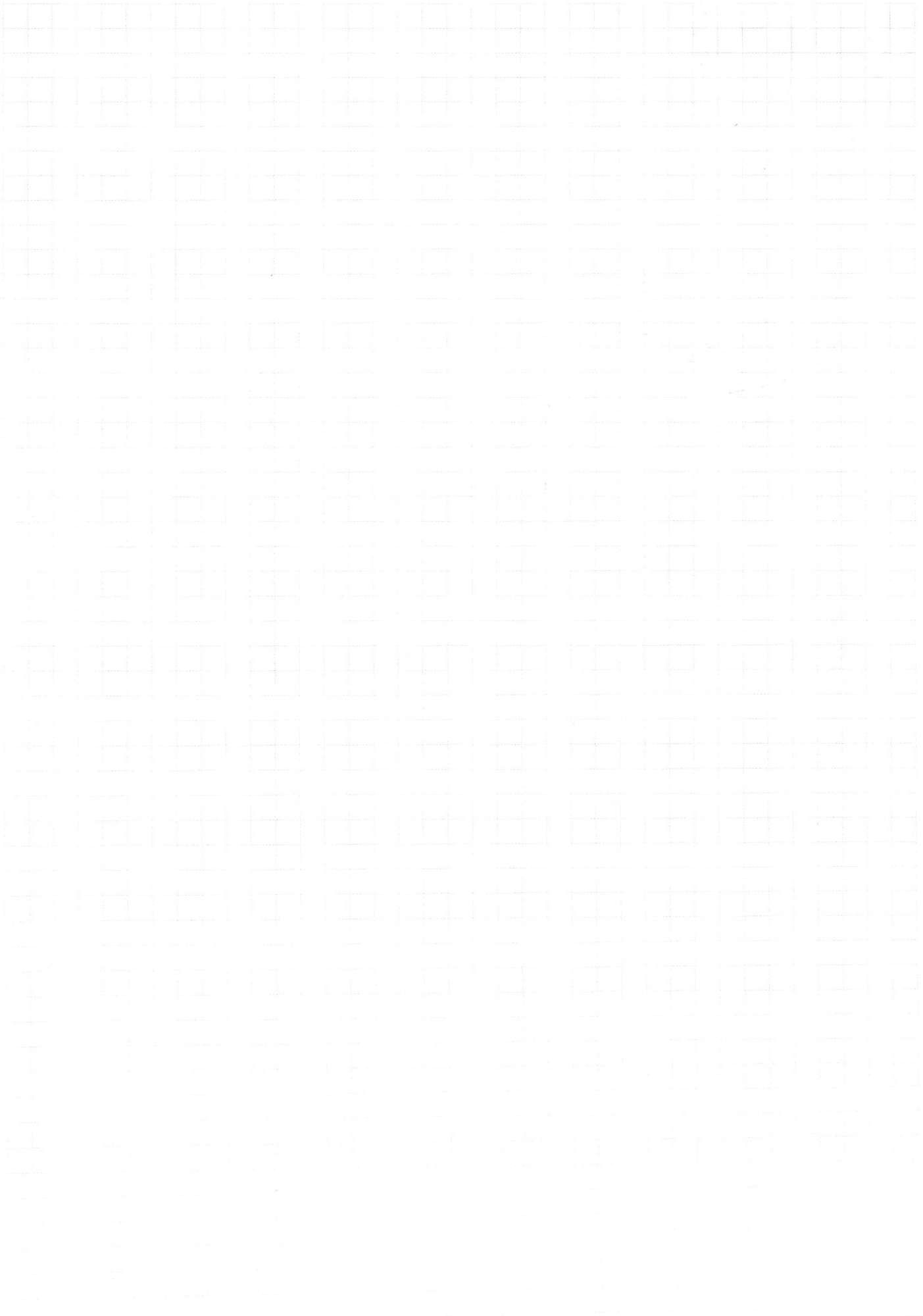
$$1) F_{гпр} (\text{сила притяжения}) = mg = G \frac{M_{пл} m}{(2R)^2}$$

$$M_{пл} (\text{масса планеты}) = \rho V = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$$

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

$$2) T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{27R^3}{8 \cdot G \cdot \frac{4}{3} \pi R^3}} = 2\pi \cdot \frac{9}{4} \sqrt{\frac{1}{296\pi}} = \frac{9}{2} \pi \sqrt{\frac{1}{296\pi}}$$

Ответ: 1)  $g = \frac{G \rho \pi R}{3}$ ; 2)  $T = \frac{9}{2} \pi \sqrt{\frac{1}{296\pi}} = \frac{9}{2} \sqrt{\frac{\pi}{296}}$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4. Дано:  $m_1 = 2\text{ т}$ ;  $m_2 = 3\text{ т}$ ;  $\mu$ ;  $g$ ; Опреде: 1)  $F_0$ ; 2)  $F_{\min}$

Решение:

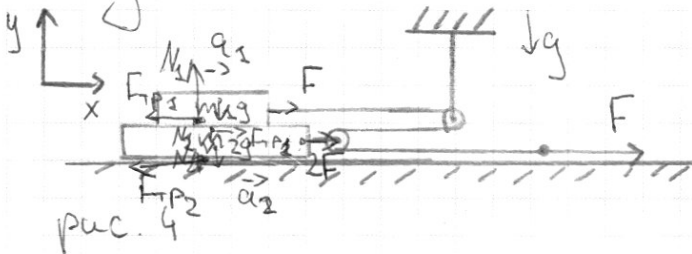


рис. 4

2) Запишем II-ой з-н Ньютона:  
а) для верхнего бруска:

$$y: m_1 g = N_1;$$

$$x: m_1 a_1 = F - F_{\text{тр}1}; \quad F_{\text{тр}1} = \mu N_1 \Rightarrow m_1 a_1 = F - \mu m_1 g$$

б) для нижнего бруска:  $F_{\text{тр}2} = \mu N_2 = \mu(m_1 + m_2)g$

$$y: N_2 = m_2 g + N_1 = (m_1 + m_2)g;$$

$$x: m_2 a_2 = 2F + F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2}; \Rightarrow m_2 a_2 = 2F + \mu m_1 g - \mu(m_1 + m_2)g$$

$$m_1 a_1 = 2m_1 a_1 = F - 2\mu m_1 g; \quad m_2 a_2 = 3m_2 a_2 = 2F - 3\mu m_1 g$$

$$F = F_{\min} \text{ при } a_1 = a_2 \rightarrow 0 \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$\frac{3}{2} = \frac{2F_{\min} - 3\mu m_1 g}{F_{\min} - 2\mu m_1 g}$$





черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5.

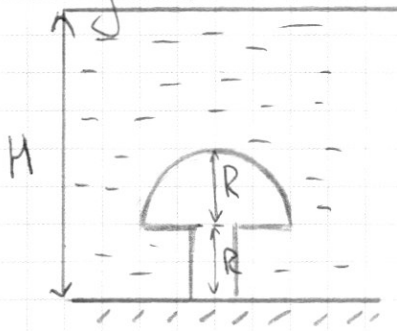


рис. 5

2) Все горизонтальные силы, действующие на конструкцию, взаимно уничтожаются

$$\frac{F_y}{F} = \cos \alpha \Rightarrow F_y = F \cos \alpha; \quad F = \frac{\rho g h^2 S}{2}$$

Дано:  $V = 8 \text{ м}^3$ ;  $\rho = 12 \text{ / см}^3$ ;  $S = 20 \text{ см}^2$ ;  
 $H = 2,5 \text{ м}$ ,  $P_0 = 100 \text{ кПа}$ ;  $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 Определ: 1)  $P_1$ ; 2)  $F$ ; Решение:

$$V = V_{\text{сфер}} + V_{\text{ш}} = \frac{2}{3}\pi R^3 + SR;$$

$$1) P_1 = P_0 + \rho g H = 125 \text{ кПа}$$

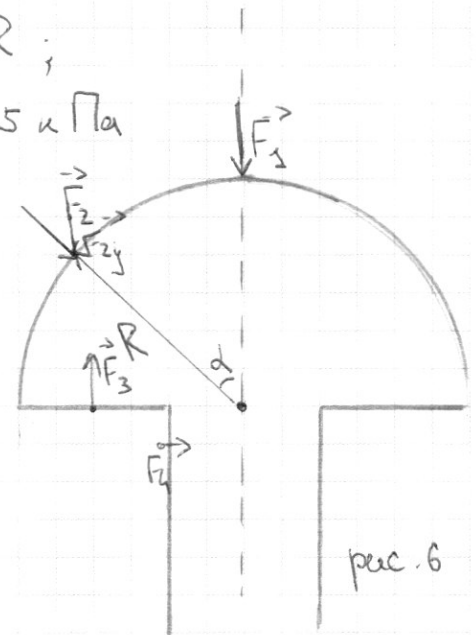
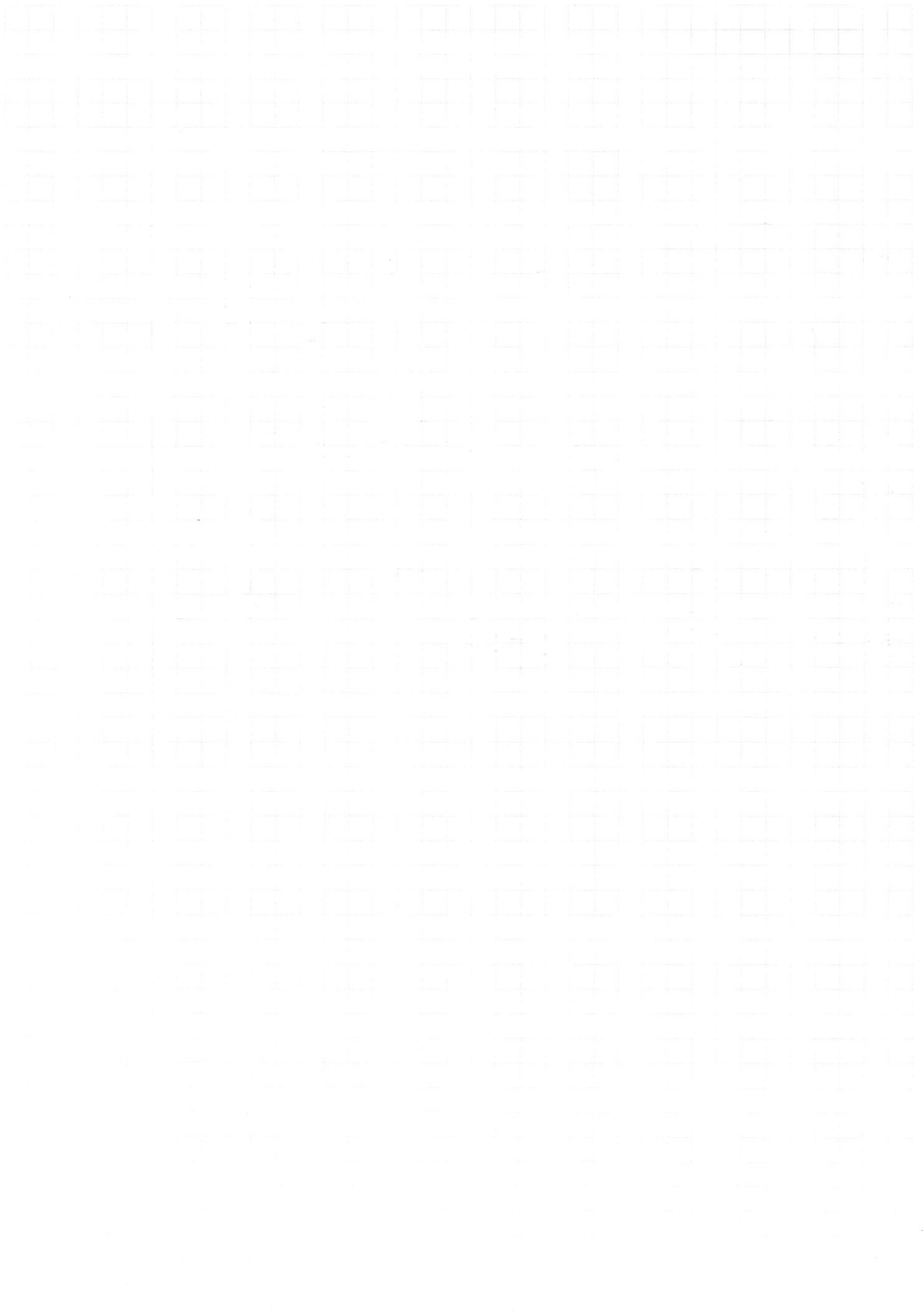


рис. 6



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)