

516319

Шифр

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**  
**на олимпиаде «Шаг в будущее»**

соревнования по образовательному предмету Техника и технологии  
(наименование дисциплины)

(физика)

Фамилия И.О. участника Минаев Владимир Владимирович

Город, № школы (образовательного учреждения) Сергиев Посад, №504 РИИ

Регистрационный номер 439

Вариант задания 12

Дата проведения « 16 » марта 201 9 г.

Подпись участника

Минаев

Шестидесят шесть баллов Бир

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

516319

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
+		+	+							
10	11	15	30							66

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 12

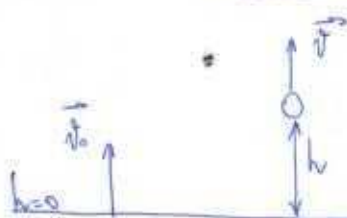
11

Дано:

$$v_0 = 3 \text{ м/с}$$

$$v = ?$$

Решение:



$$W_k = 1.25 W_n$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgh \cdot \frac{5}{4}$$

$$v^2 = 2gh \cdot \frac{5}{4}$$

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

$$v^2 = 2g \frac{v_0^2 - v^2}{2g} \cdot \frac{5}{4} \quad | \cdot 4$$

$$4v^2 = 5v_0^2 - 5v^2$$

$$9v^2 = 5v_0^2$$

$$v = \sqrt{\frac{5v_0^2}{9}} = \frac{1}{3} v_0 \sqrt{5} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{5} \cdot 3 \text{ м/с} \approx 2.25 \text{ м/с}$$

Ответ: 2.25 м/с

Дано:

$$W_1 = 2 \text{ Н}$$

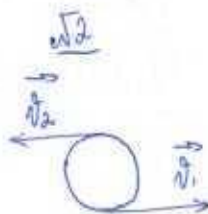
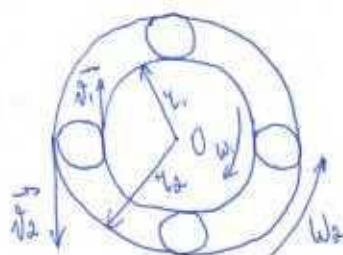
$$W_2 = 1 \text{ Н}$$

$$r_1 = 3 \text{ см}$$

$$r_2 = 4 \text{ см}$$

$$W_{\text{м}} = ?$$

Решение:



$$v_1 = W_1 r_1$$

$$v_2 = W_2 r_2$$

$$v_{\text{м}} = v_1 + v_2$$

$$W_{\text{м}} = \frac{v_{\text{м}}}{r_{\text{м}}} = \frac{v_1 + v_2}{r_1 + \frac{r_2 - r_1}{2}}$$

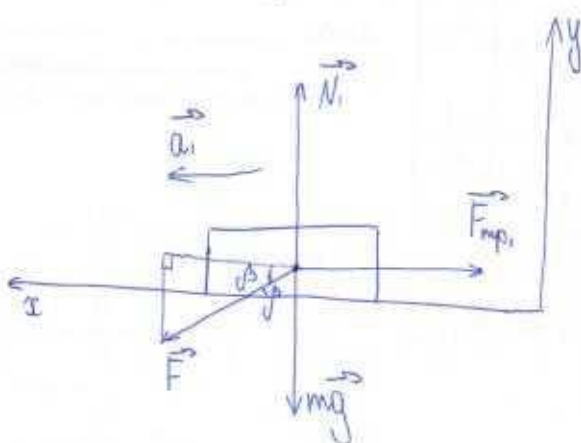
$$W_{\text{м}} = \frac{10 \text{ Н} \cdot 3 \text{ см} + 1 \text{ Н} \cdot 4 \text{ см}}{7 \text{ см}} = \frac{34}{7} \text{ Н} \approx 4.86 \text{ Н}$$

Ответ:  $\frac{20}{7} \text{ Н} \approx 2.9 \text{ Н}$

Дано:  
 $m = 3 \text{ кг}$   
 $t_1 = 10 \text{ с}$   
 $F = 15 \text{ Н}$   
 $\beta = \frac{\pi}{6}$   
 $T = 13 \text{ с}$   
 $\mu = 0.3$   
 $l_0 = ?$

Решение:

В течение времени  $t_1$



II-ой з-н Ньютона:

$$m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{mp1} + \vec{F}$$

на  $Oy$ :  $0 = N_1 - mg - F \sin \beta \Rightarrow N_1 = mg + F \sin \beta$

на  $Ox$ :  $ma_1 = F \cos \beta - F_{mp1}$

$$ma_1 = F \cos \beta - \mu N_1$$

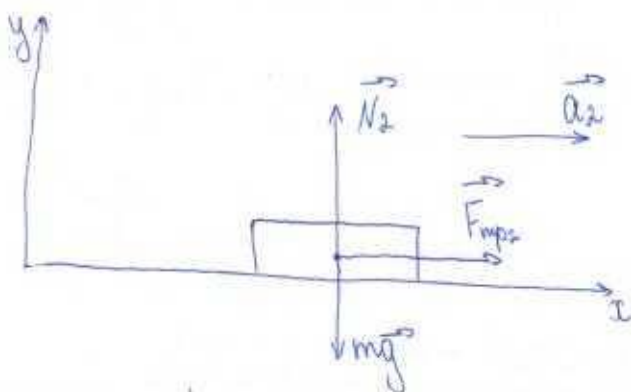
$$ma_1 = F \cos \beta - \mu mg - \mu F \sin \beta$$

$$a_1 = \frac{F(\cos \beta - \mu \sin \beta) - \mu mg}{m}$$

$$l_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{F(\cos \beta - \mu \sin \beta) - \mu mg}{2m} t_1^2$$

$v_1 = a_1 t_1$  - скорость заготовки в момент времени  $t_1$ .

В течение времени  $t_2 = T - t_1$



II-ой з-н Ньютона:

$$m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + m\vec{g} + \vec{F}_{mp2}$$

на  $Ox$ :  $ma_2 = F_{mp2} = \mu N_2$

на  $Oy$ :  $0 = mg + N_2 \Rightarrow N_2 = -mg$

$$ma_2 = \mu mg$$

$$a_2 = \mu g$$

$$v_2 = v_1 - a_2 t_2$$

$v_2 \geq 0$  (т.к. сила трения скольжения действует только на движущееся тело)

Рассчитаем  $a_1$ ,  $a_2$  и  $v_1$ , чтобы узнать  $v_2$ .

$$a_1 = \frac{15 \text{ Н} \left( \frac{\sqrt{3}}{2} - 0.3 \cdot \frac{1}{2} \right) - 0.3 \cdot 3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{3 \text{ кг}} = \frac{15 \cdot 0.4 - 3 \cdot 3}{3} \text{ м/с}^2 = (3.5 - 3) \text{ м/с}^2 = 0.5 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = 0.3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 3 \text{ м/с}^2$$

$$v_1 = 0.5 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ с} = 5 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 5 \text{ м/с} - 3 \text{ м/с}^2 \cdot (13 \text{ с} - 10 \text{ с}) = 5 \text{ м/с} - 3 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ с} = (5 - 9) \text{ м/с} = -4 \text{ м/с}, \text{ но } v_2 \geq 0 \Rightarrow$$

тело в данный промежуток времени остановится.  $v_2 = 0$ , тогда

$$l_2 = \frac{v_1^2}{2a_2} = \frac{a_1^2 t_1^2}{2a_2} = \frac{(F(\cos \beta - \mu \sin \beta) - \mu mg)^2 t_1^2}{2a_2 m^2}$$



$$l_0 = l_1 + l_2$$

$$l_0 = \frac{F(\cos\beta - \mu\sin\beta) - \mu mg}{2m} \cdot t_1^2 + \frac{(F(\cos\beta - \mu\sin\beta) - \mu mg)^2}{2a_2 m^2} t_1^2$$

$$l_0 = 25 \mu + \frac{25}{6} \mu = \frac{4}{6} \cdot 25 \mu \approx 29.2 \mu$$

$$\text{Ответ: } \frac{4}{6} \cdot 25 \mu \approx 29.2 \mu$$

ст 4

Дано:

$$\rho = 1150 \text{ кг/м}^3$$

$$h_c = 4 \text{ м}$$

$$p_0 = 10^5 \text{ Па} = p_a$$

$$\rho_n = 1000 \text{ кг/м}^3$$

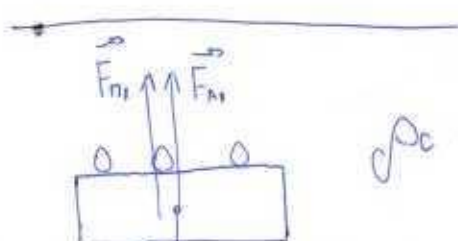
$$\rho_c = 1150 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$h_{n1} = ?$$

Решение:

①



Для шариков можно записать ур-е Менделеева-Клапейрона (как в б-ва) как будто это один шар, объем которого равен сумме объемов шариков.

$F_n$  - сила, с которой шарики действуют на прибор;  $V_a$  - объем аппарата

Ур-е равновесия:

$$mg = F_{n1} + F_{n2} \quad (5)$$

$$\rho V_a g = \rho_c V_a g + \rho_c V_i g \quad | : g$$

$$\rho V_a = \rho_c V_a + \rho_c \frac{\rho_a V}{\rho_a + \rho_c g h_c} \quad | \cdot \rho_a + \rho_c g h_c$$

$$\rho V_a \rho_a + \rho V_a \rho_c g h_c = \rho_c V_a \rho_a + \rho_c V_a \rho_c g h_c + \rho_c \rho_a V \quad | : V_a$$

$$\frac{V}{V_a} = \frac{\rho \rho_a + \rho \rho_c g h_c - \rho_c \rho_a - \rho_c^2 g h_c}{\rho_c \rho_a}$$

Ур-е Менделеева-Клапейрона для шариков, находящихся в воздухе

$p_a \Delta V = \Delta \cdot 2RT$  - для одного шарика

$$\sum_{i=1}^n p_a \Delta V_i = \sum_{i=1}^n \Delta_i 2RT$$

$$p_a \sum_{i=1}^n \Delta V_i = RT \cdot \sum_{i=1}^n \Delta_i \quad (1)$$

$$\sum \Delta V_i = V \quad ; \quad \sum \Delta_i = 2$$

$$(p_a + \rho_c g h_c) V_i = 2RT \quad (2)$$

(1) / (2):

$$\frac{p_a \cdot V}{(p_a + \rho_c g h_c) V_i} = \frac{2RT}{2RT}$$

$$V_i = \frac{p_a V}{p_a + \rho_c g h_c}$$

II

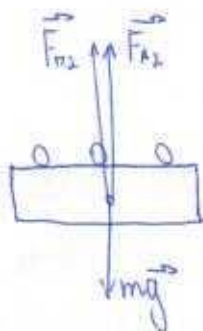
Ур-е Менгелева-Куанейрона:

$$(p_a + \rho_n g h_n) V_2 = 2RT \quad (3)$$

(3) / (1):

$$\frac{(p_a + \rho_n g h_n) V_2}{p_a V} = \frac{2RT}{2RT}$$

$$V_2 = \frac{p_a V}{p_a + \rho_n g h_n}$$



Ур-е равновесия:

$$mg = F_{n2} + F_{A2}$$

$$\rho V_A g = \rho_n V_A g + \rho_n V_2 g \quad | : g$$

$$\rho V_A = \rho_n V_A + \rho_n \frac{p_a V}{p_a + \rho_n g h_n} \quad | \cdot p_a + \rho_n g h_n$$

$$\rho V_A p_a + \rho V_A \rho_n g h_n = \rho_n V_A p_a + \rho_n V_A \rho_n g h_n + \rho_n p_a V \quad | : V_A$$

$$\rho p_a + \rho \rho_n g h_n = \rho_n p_a + \rho_n^2 g h_n + \rho_n p_a \frac{V}{V_A}$$

$$\frac{V}{V_A} = \frac{\rho p_a + \rho \rho_n g h_n - \rho_n p_a - \rho_n^2 g h_n}{\rho_n p_a} = \frac{\rho p_a + \rho \rho_n g h_n - \rho_n p_a - \rho_n^2 g h_n}{\rho_n p_a}$$

$$h_n = \frac{\rho p_a \rho_n + \rho \rho_n^2 g h_n - \rho_n^2 \rho_n g h_n - \rho \rho_n p_a}{(\rho \rho_n \rho_n - \rho_n^2 \rho_n) g}$$

Трошу обратить внимание на то, что, если подставить в ур-е (5) данные задачи, то получится, что  $F_n = 0$  (т.к.  $\rho = \rho_n = 1150 \text{ кг/м}^3$ ). В этой воде аппарат будет плавать независимо от объема шариков (т.к.  $\rho = \rho_n = 1150 \text{ кг/м}^3$ ). Я считаю, что условие составлено некорректно. Трошу обратить внимание на данный момент.