

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

501092

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника

Скрябин Андрей Александрович

Город, № школы (образовательного учреждения)

г. Москва

ГБОУ Инженерная школа №1581

Регистрационный номер

3539

Вариант задания

1 / 10.5

Дата проведения « 1 » март 2020 г.

Подпись участника

Ск

С полученными баллами согласен 06.03.2020

Ск

40 (сорок баллов)

501092

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
				$\times$		.				
3	0	1	5	0	1	6	5			40

Шифр \_\_\_\_\_

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

501092

Вариант № 1 / 10.5

№6

$\nu_{He} = 2 \text{ моль}$

$T_0$

$$\frac{\nu_{He_1}}{\nu_{Ar_1}} = \frac{1}{2}$$

$Q_2$

$$\nu_{He_2} = 2\nu_{He_1}$$

$Q_1 = ?$

Пусть  $V_0$  - объем сосуда ;  $V_0 = \nu_{He_1} + \nu_{Ar_1} = 3\nu_{He_1}$   
 $V_0 = \nu_{He_2} + \nu_{Ar_2} = 2\nu_{He_1} + \nu_{Ar_2}$   $\Rightarrow \nu_{Ar_2} = \nu_{He_1} = \frac{1}{2}\nu_{Ar_1}$

$$Q = \Delta U + A_{\text{возд}}$$

$$-Q_2 = \Delta U_{Ar} + A_{Ar}$$

$$U = \frac{3}{2} \nu R T, \text{ т.к. } T_{Ar} = T_0 = \text{const}, \Delta U_{Ar} = 0$$

$$-Q_2 = A_{Ar}$$

$$U = \frac{3}{2} p V$$

Пусть  $p_1$  и  $p_2$  - это давления в отсеках в начале и в конце опыта соответственно

$$U_{Ar_2} - U_{Ar_1} = 0$$

$$\frac{3}{2} p_2 \cdot \nu_{Ar_2} - \frac{3}{2} p_1 \cdot \nu_{Ar_1} = 0$$

$$p_2 \cdot \frac{1}{2} \nu_{Ar_1} = p_1 \cdot \nu_{Ar_1}$$

$$p_2 = 2p_1$$

$$Q_1 = \Delta U_{He} + A_{He} = \Delta U_{He} - A_{Ar} = \Delta U_{He} + Q_2$$

$$\Delta U_{He} = U_{He_2} - U_{He_1} = \frac{3}{2} p_2 \cdot \nu_{He_2} - \frac{3}{2} p_1 \cdot \nu_{He_1} = \frac{3}{2} (2p_1 \cdot 2\nu_{He_1} - p_1 \cdot \nu_{He_1}) = \frac{9}{2} p_1 \nu_{He_1}$$

$$pV = \nu RT$$

$$p_1 \nu_{He_1} = \nu_{He} R T_0$$

$$\Delta U_{He} = \frac{9}{2} \nu_{He} R T_0$$

$$Q_1 = \frac{9}{2} \nu_{He} R T_0 + Q_2 = 9 R T_0 + Q_2$$

Ответ:  $\frac{9}{2} \nu_{He} R T_0 + Q_2$

16

$$g_3 = 9,87 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\mu_{\text{CO}_2} = 44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$\mu_{\text{H}} = 0,103 \text{ м}$$

$$d_{\text{H}} = 0,53 d_3$$

H-?

u2.

$$g = G \frac{M}{R^2} = G \frac{M}{\frac{d^2}{4}} = 4G \frac{M}{d^2}$$

$$\frac{g_3}{g_{\text{H}}} = \frac{\mu_3 \cdot d_{\text{H}}^2}{\mu_{\text{H}} \cdot d_3^2}$$

$$g_{\text{H}} = g_3 \cdot \frac{\mu_{\text{H}} \cdot d_3^2}{\mu_3 \cdot d_{\text{H}}^2}$$

$$p_{\text{CO}_2} = \frac{p_{\text{CO}_2} \cdot R \cdot T}{\mu_{\text{CO}_2}}$$

$$p = \frac{gRT}{M}$$

$$p_{\text{CO}_2} = p_{\text{CO}_2} \cdot g_{\text{H}} \cdot H$$

$$\frac{p_{\text{CO}_2} RT}{\mu_{\text{CO}_2}} = p_{\text{CO}_2} g_{\text{H}} \cdot H \Rightarrow H = \frac{RT}{\mu_{\text{CO}_2} g_{\text{H}}} = \frac{RT}{\mu_{\text{CO}_2} \cdot g_3 \cdot \frac{\mu_{\text{H}} \cdot d_3^2}{\mu_3 \cdot d_{\text{H}}^2}}$$

$$H = \frac{8,31 \cdot 300}{44 \cdot 10^{-3} \cdot 9,87 \cdot \frac{0,103}{0,53^2}} = 15,655,5 \text{ м}$$

ответ: ~~15,655~~ 15 655,5 м

u4.

$t = t_1 + t_2 + t_3$ , где  $t_1, t_2, t_3$  - время прохождения участков от 0 до  $x_0$ , от  $x_0$  до  $2x_0$ , от  $2x_0$  до  $3x_0$  соответственно

$t$  - время всего пути

$$v = \frac{\Delta x}{t} \Rightarrow t = \frac{\Delta x}{v}$$

$$t_1 = \frac{x_0}{v_0}$$

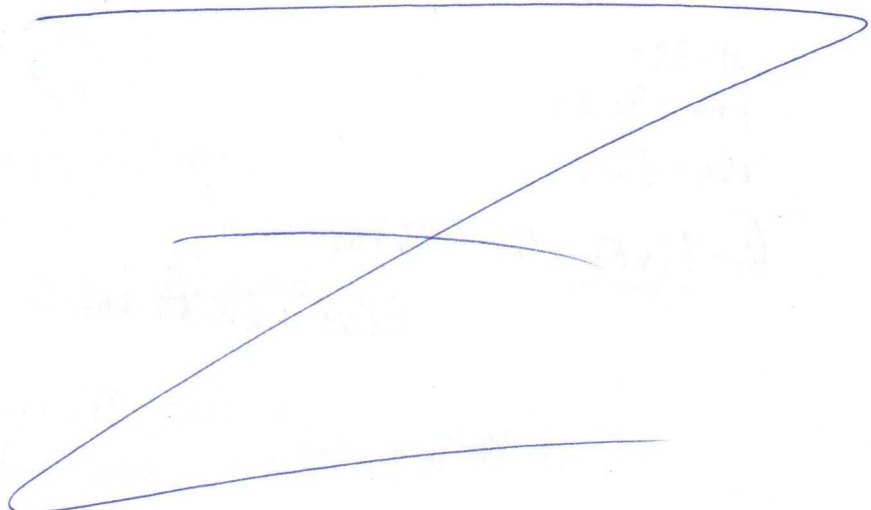
$$t_3 = \frac{x_0}{\frac{1}{2}v_0} = 2 \frac{x_0}{v_0}$$

Для участка от  $x_0$  до  $2x_0$ :

$$\cancel{v = \frac{\Delta x}{t} = \frac{x_0}{t}} \quad v = \frac{x}{t_2} = \frac{1}{x_0}$$

$$t_2 = x_0^2$$

ответ:  $t = 3 \frac{x_0}{v_0} + x_0^2$





# Ситуационная задача

$R_1 = R$  - радиус солнечной шестерни

$R_2 = 2R$  - внутр. радиус коронной шестерни

$\omega_1, \omega_2, \omega_0$  - угловые скорости солнечной шестерни, коронной шестерни и водила соответственно

✓1. 
$$\left. \begin{array}{l} \omega_1 = \omega \\ \omega_2 = 4\omega \\ \omega_0 = ? \end{array} \right\} \begin{array}{l} \omega_1 + \omega_0 = \omega_2 \\ \omega_0 = \omega_2 - \omega_1 = 3\omega \end{array}$$

5

✓2. 
$$\left. \begin{array}{l} \omega_0 = 0 \\ \omega_1 = \omega \\ \omega_2 = ? \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Поскольку все шестерни двигаются без проскальзывания,} \\ \text{на стыках сателлит-солнечная шестерня и сателлит-коронная шестерня} \\ \text{линейные } \cancel{\text{угловые}} \text{ скорости одинаковы} \end{array}$$

$$v = \omega R$$

$$\omega_1 R_1 = \omega_2 R_2$$

$$\omega R = \omega_2 \cdot 2R \Rightarrow \omega_2 = -\frac{1}{2}\omega$$

ответ:  $-\frac{1}{2}\omega$

✓3.

II 3-й Ньютона:

$$0 = m\vec{g} + \vec{T}_1$$

$$0 = 2m\vec{g} + \vec{T}_2$$

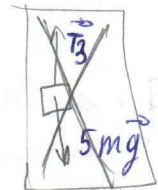
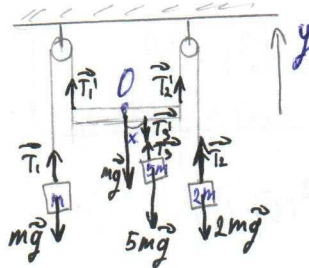
$$0 = 5m\vec{g} + \vec{T}_3$$

$$T_1 = mg$$

$$T_2 = 2mg$$

$$T_3 = 5mg$$

т.к. нить невесома, 
$$\begin{array}{l} T_1' = T_1 \\ T_2' = T_2 \\ T_3' = T_3 \end{array}$$



Условие равновесия относительно центра бруска (т.О):

$$T_1 \cdot \frac{l}{2} + T_3 \cdot x = T_2 \cdot \frac{l}{2}$$

$$mg \cdot \frac{l}{2} + 5mgx = 2mg \cdot \frac{l}{2}$$

$$5x = \frac{l}{2}$$

$$x = \frac{1}{10}l = \frac{1}{10} \cdot 0,3 = 0,03 \text{ м}$$

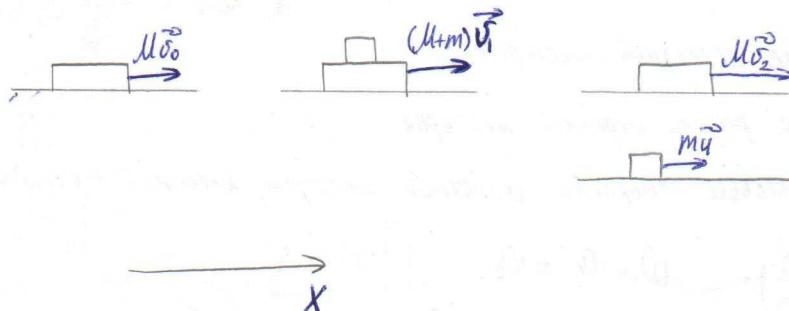
ответ: 0,03 м

1

сумма моментов  
для m и 2m  
и 5m  
составляет 0??

1.

$$\begin{aligned} v_0 &= 0,4 \text{ м/с} \\ M &= 3 \text{ м} \\ t &= 10 \text{ с} \\ v_2 &=? \end{aligned}$$



$$\Delta \vec{p} = \vec{F}_{\text{внешн}} \cdot t$$

$$F_{\text{внешн}x} = 0 \Rightarrow \Delta p_x = 0$$

$$(M+m)\vec{v}_1 - M\vec{v}_0 = \vec{F}_{\text{внешн}} \cdot t$$

$$X: (M+m)v_1 = Mv_0$$

$$v_1 = v_0 \frac{M}{M+m}$$

$$(m\vec{u} + M\vec{v}_2) - (M+m)\vec{v}_1 = \vec{F}_{\text{внешн}} \cdot t$$

$$X: mu + Mv_2 = (M+m)v_1 = Mv_0$$

$$\Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{внешн}} = 0$$

$$\begin{aligned} \frac{mu^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2} &= \frac{Mv_0^2}{2} \\ mu^2 &= M(v_0^2 - v_2^2) \\ u^2 &= \frac{M(v_0^2 - v_2^2)}{m} \\ m\sqrt{\frac{M(v_0^2 - v_2^2)}{m}} + Mv_2 &= Mv_0 \\ Mm(v_0^2 - v_2^2) &= M^2 \end{aligned}$$

$$\frac{mu^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2} = \frac{(M+m)v_1^2}{2}$$

$$mu^2 + Mv_2^2 = \frac{M^2v_0^2}{(M+m)}$$

$$u^2 = \frac{M^2v_0^2}{(M+m)m} - v_2^2 \frac{M}{m}$$

$$m^2u^2 = M^2(v_0 - v_2)^2$$

$$\frac{M^2m v_0^2}{M+m} - Mm v_2^2 - M^2(v_0 - v_2)^2 = 0$$

$$\frac{M^4m v_0^2}{M+m} - M^4v_2^2 - M^4v_0^2 + 2M^4v_0v_2 = 0$$

$$M(M+m)v_2^2 - 2M^4v_0v_2 + Mv_0^2(1 - \frac{m}{M+m}) = 0$$

$$D = 4M^2v_0^2 - 4Mv_0^2 \cdot \frac{M}{M+m} \cdot (M+m) = 4M^2v_0^2 - 4M^2v_0^2 = 0$$

$$v_2 = \frac{2Mv_0}{2(M+m)} = \frac{M}{M+m} v_0 = \frac{3m}{4m} v_0 = \frac{3}{4} v_0$$

ответ:  $\frac{3}{4} v_0$

3