

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

501139

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика  
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Шахмухаметов Арслан Азатович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Балашиха, ТАОУ МО «Балашихинский лицей»

Регистрационный номер 363

Вариант задания 2 ; 10.5

Дата проведения « 01 » марта 20 20 г.

Подпись участника

Шах

45 (Сорок пять баллов) *inf*

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

501139

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
1	3	9	5	11	16	0				45

Шифр \_\_\_\_\_

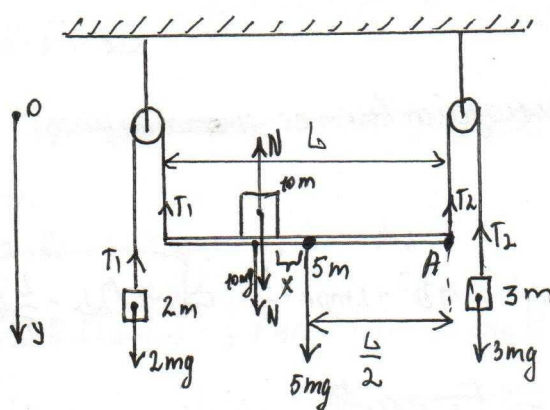
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

501139

Вариант № 2; 10.5

$n=3$

$L=0.4m$   
 $x=?$



1) По II з. Ньютона

2ma = T1 - 2mg

3ma = T2 - 3mg

- где грузов слева и справа

10ma = 10mg - N

- где груза 10m

5ma = 5mg + N - T1 - T2

- где бруска 5m

T1 = 2ma + 2mg

T2 = 3ma + 3mg

N = 10mg - 10ma

5ma = 5mg + N - T1 - T2

$\Rightarrow 5ma = 5mg + 10mg - 10ma - 2ma - 2mg - 3ma - 3mg$

$5ma = 10mg - 15ma \Rightarrow 20ma = 10mg \Rightarrow a = \frac{1}{2}g$

2) Предполагая, что груз 10m нужно повесить слева от центра бруска. Тогда по краевой теореме относительно (O) A:

$5mg \frac{L}{2} + N(\frac{L}{2} + x) - T1 \cdot L = 0$

$\frac{5}{2}mgL + (10mg - 10ma)(\frac{L}{2} + x) - (2ma + 2mg)L = 0$

$\frac{5}{2}mgL + (10mg - 5mg)(\frac{L}{2} + x) - 2maL - 2mgL = 0$

$\frac{5}{2}mgL + \frac{5}{2}mgL + 5mgx - 2mgL - 2m \cdot \frac{1}{2}gL = 0$

$5mgL - 2mgL + 5mgx - mgL = 0$

$5L - 2L + 5x - L = 0 \Rightarrow 2L + 5x = 0 \Rightarrow x = -\frac{2L}{5}$

следовательно груз 10m нужно повесить на расстоянии |x| справа от центра масс бруска

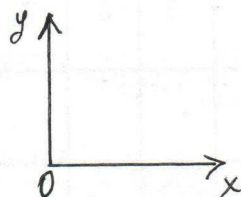
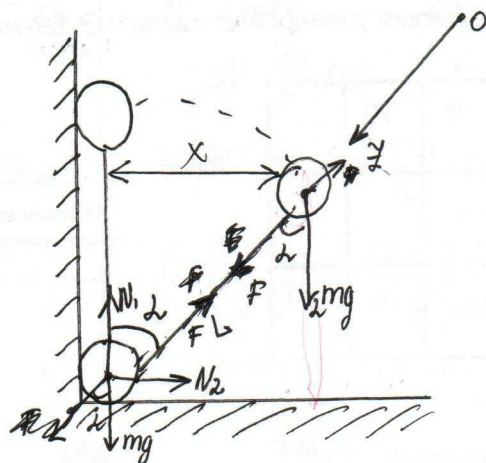
$|x| = \frac{2}{5}L = \frac{2}{5} \cdot 40cm = 16cm$

Ответ:  $x = 16cm$ , справа



$N^{\circ} 45$

$x = 0,6L$   
 $m$   
 1)  $N_1 = ?$   
 2)  $N_2 = ?$



$$1) \sin \alpha = \frac{x}{L} = 0,6 = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

По II з. Ньютона на OZ для шарика 2m:

$$2ma_y = F - mg \cos \alpha, \text{ где } F \text{ — сила гравитационная со стержнем}$$

По III з. для 2m

$$2mgL = 2m \frac{v^2}{2} + 2mgL(1 - \cos \alpha); \cos \alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow 2mgL = mv^2 + 2mgL \cdot \frac{1}{5} \Rightarrow v^2 (2L - \frac{2}{5}L) = \frac{8}{5}Lg$$

$$m \frac{v^2}{L} = F - mg \cos \alpha \Leftrightarrow m \cdot \frac{8}{5}g = F - mg \cdot \frac{4}{5} \Rightarrow F = mg \cdot \frac{12}{5}$$

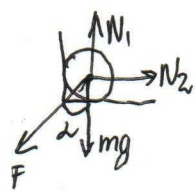
2) Рассмотрим силы, действующие на шарик m

По II з. Ньютона на OZ для 2m:

$$-2ma_y = 2mg \cos \alpha - F \Rightarrow F = 2mg \cos \alpha + 2m \cdot \frac{v^2}{L} = 2mg \cdot \frac{4}{5} + 2m \cdot \frac{8}{5}g = \left( \frac{8}{5} + \frac{16}{5} \right) mg = \frac{24}{5} mg$$

— сила гравитационная со стержнем

2) Рассмотрим силы, действующие на шарик m



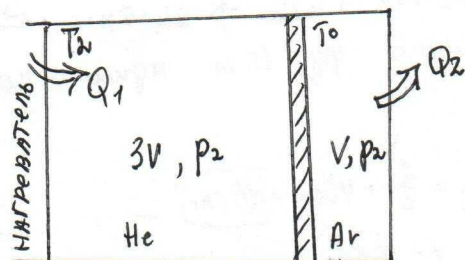
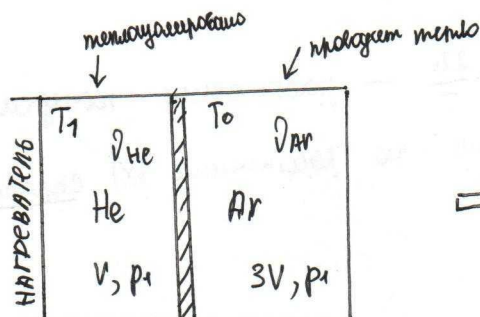
$$Oy: N_1 = mg + F \cos \alpha = mg + \frac{24}{5} \cdot \frac{4}{5} mg = mg + \frac{96}{25} mg = \frac{96+25}{25} mg = \frac{121}{25} mg$$

$$Ox: N_2 = F \sin \alpha = \frac{24}{5} mg \cdot \frac{3}{5} = \frac{72}{5} mg$$

Ответ: 1)  $N_1 = \frac{121}{25} mg$  2)  $N_2 = \frac{72}{5} mg$

$N^{\circ} 46$

$\Delta T = \text{given}$   
 $T_0$   
 $Q_2$   
 $i = 3$   
 $Q_1 = ?$



1) Д.к. правое основание проводит тепло, то начальная и конечная температура Ar равна температуре воздуха, в следствие теплообмена.

Давление He и Ar равна между собой в начальном и конечном положении, в т.к. поршень находится в равновесии:  $\leftarrow \overline{PS} \rightarrow \overline{PS}$ . В начале -  $p_1$  в конце  $p_2$

Уравнение Менделеева-Клпейрона:

$$\text{He: } p_1 V = \nu_{\text{He}} R T_1$$

$$p_2 \cdot 3V = \nu_{\text{He}} R T_2$$

$$\text{Ar: } p_1 \cdot 3V = \nu_{\text{Ar}} R T_0$$

$$p_2 V = \nu_{\text{Ar}} R T_0$$

$$\Rightarrow \frac{3p_1}{p_2} = 1 \Rightarrow 3p_1 = p_2 \Rightarrow \text{подставляем в уравнение для He:}$$

$$3p_1 V = \nu_{\text{He}} R T_1$$

$$3p_1 \cdot 3V = \nu_{\text{He}} R T_2$$

$$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{9} \Rightarrow T_2 = 9T_1$$

2)  $\Delta E_{\text{He}} \rightarrow$  это перелому начаву периодическим:

$$\begin{cases} Q_1 = \Delta U_1 + A_1 \\ -Q_2 = \Delta U_2 + A_2 ; \Delta U_2 = 0 ; A_1 = -A_2 \end{cases}$$

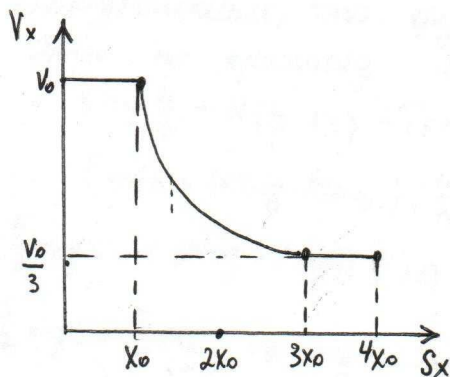
$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} \cdot 8 R T_1 = 12 \nu_{\text{He}} R T_1 = 12 p_1 V = \frac{\nu_{\text{Ar}} R T_0}{3} \cdot 12 = 4 \nu_{\text{Ar}} R T_0$$

$$A_2 = -Q_2 +$$

$$Q_1 = \Delta U_1 + A_1 = \Delta U_1 - A_2 = \Delta U_1 + Q_2 = 4 \nu_{\text{Ar}} R T_0 + Q_2$$

$$\text{Отвеч: } Q_1 = 4 \nu_{\text{Ar}} \cdot R T_0 + Q_2, \text{ где } \nu_{\text{Ar}} = 9 \text{ моль}$$

$n \approx 4$



$$1) [0; X_0]$$

$$t_1 = \frac{X_0}{V_0} +$$

$$2) [3X_0; 4X_0]$$

$$t_3 = \frac{4X_0 - 3X_0}{V_0/3} = 3 \cdot \frac{X_0}{V_0} +$$

$$3) [X_0; 3X_0]$$

$$V_x = \frac{1}{S_x} \Rightarrow S_x \cdot V_x = 1$$

$$S_x = V_x t \Rightarrow V_x^2 \cdot t = 1$$

$$V_0^2 \cdot t_1 = 1$$

$$\frac{V_0^2}{9} \cdot t_2 = 1 \Rightarrow t_2 = 9t_1 = \frac{9X_0}{V_0}$$

$$T = t_1 + t_2 + t_3 = 9 \frac{X_0}{V_0} + \frac{X_0}{V_0} + 3 \frac{X_0}{V_0} = 13 \frac{X_0}{V_0}$$

$$\text{Отвеч: } T \approx 13 \frac{X_0}{V_0}$$

№2

$$\begin{array}{l} x=0,6 \\ \mu=44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \\ T=800 \text{ K} \\ 1) N_1=? \\ 2) N_2=? \\ 0,815 M_3 = M_B \\ 0,96 d_3 = d_B \\ h=? \end{array}$$

1) Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT; V = Sh$$

$$2) p = \frac{mg}{S} \Rightarrow \frac{mg}{S} \cdot Sh = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow gh = \frac{RT}{\mu}$$

$$3) h = \frac{RT}{\mu g} = \frac{800 \cdot 8,3}{44 \cdot 10^{-3} \cdot 10} = \frac{80 \cdot 83}{44 \cdot 10^{-2}} = \frac{20 \cdot 83}{11 \cdot 10^{-2}} \approx 20 \cdot 83 \cdot 10^{-1} \approx 160 \text{ м} - 3$$

$$\text{Ответ: } h \approx 160 \text{ м } g_b = ?$$

№3

Зел:

$$1) \frac{v=?}{u=0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \quad 5mv = 6mu \Rightarrow v = \frac{6u}{5} = \frac{6 \cdot 0,5}{5} = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad 1$$

- А
- t
- No 8
- 2,1
- m
- 2)
- π
- 2
- 
- 2) i

$\left[ \begin{array}{l} p_{Ar} \\ T_0 \\ Q_2 \\ i=? \end{array} \right]$

