

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

8x

501003

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Поляков Александр Алексеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, Лицей 1580

Регистрационный номер 4035

Вариант задания 1

Дата проведения « 1 » марта 2010 г.

Подпись участника Поляков

100 (ср) баллов

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

501003

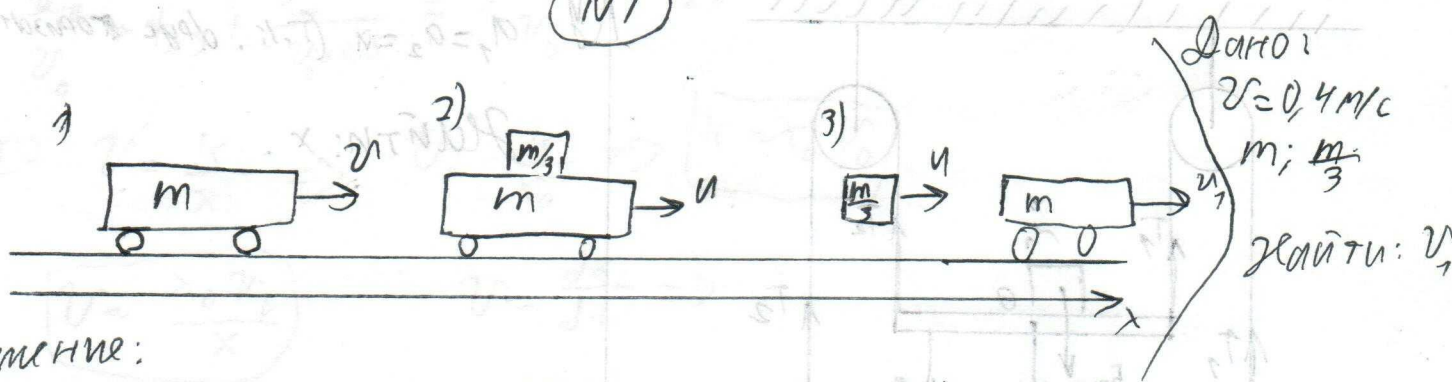
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	10	12	16	16	16	20			100

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 7

N1



Решение:

• Запишем ЗСИ: на ОХ (внешних сил нет):

$$1-2) m v = \left(\frac{m}{3} + m\right) u \Rightarrow u = \frac{3}{4} v$$

$$2-3) \left(\frac{m}{3} + m\right) u = \frac{m}{3} u + m v_1 \Rightarrow v_1 = u = \frac{3}{4} v$$

$$v_1 = \frac{0,4 \cdot 3}{4} = 0,3 \text{ м/с}$$

Ответ: 0,3 м/с

N2

Решение:

• $\rho = \text{const}$

• $\rho = \frac{m \rho g_m H}{RT}$ (у поверхности)

$\rho = \frac{m \rho g_m H}{RT}$ (давление газа по 3-му Паскаля)

$$H = \frac{RT}{m g_m}$$

Дано: $M = 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$;

$T = 300 \text{ К}$; $M = \frac{10,3 \text{ Мг}}{100}$

$\rho = 0,53 \rho_3$

Найти: H

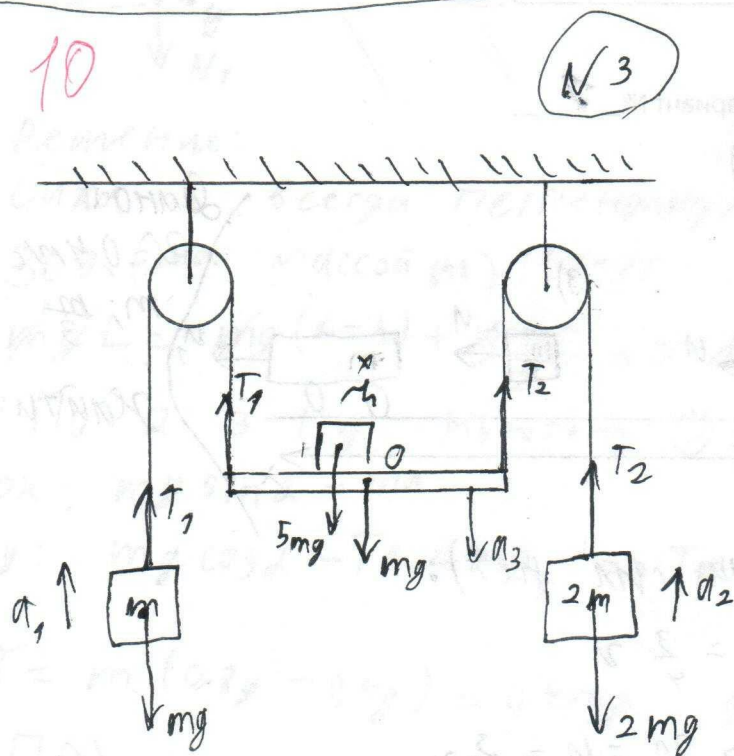
$$g_m = G \frac{M}{R_m^2} = G \cdot \frac{0,003 \text{ Мг}}{(0,53 R_3)^2} = g \cdot \frac{0,103}{0,53^2}$$

$$H = \frac{RT \cdot (0,53 \cdot \frac{g}{2})^2}{M \cdot 0,103 M_3 \cdot G}$$

$$H = \frac{RT \cdot (0,53)^2}{M \cdot 0,103 \cdot g}$$

$$H = \frac{8,37 \cdot 300}{44 \cdot 10^{-3} \cdot 3,59711} = 15751,28 \text{ м}$$

Ответ: ~~15751,28 м~~ 15751,28 м



Дано: $L=30 \text{ см}$; m ; $2m$; $5m$
 $a_1=a_2=a$ (т.к. брусок горизонтален)

Найти: x .

Решение:

т.к. брусок горизонтален $\Rightarrow a_1=a_2=a=a_3$

По 2-3-му закону Ньютона: оу:

$$\left. \begin{aligned} T_1 - mg &= ma \\ T_2 - 2mg &= 2ma \\ -(T_1 + T_2) + 6mg &= 6ma \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} a = \frac{g}{3} \\ T_1 = \frac{4}{3}mg \\ T_2 = \frac{8}{3}mg \end{cases}$$

брусок не вращается \rightarrow по правилу моментов: $(\cdot)O$:

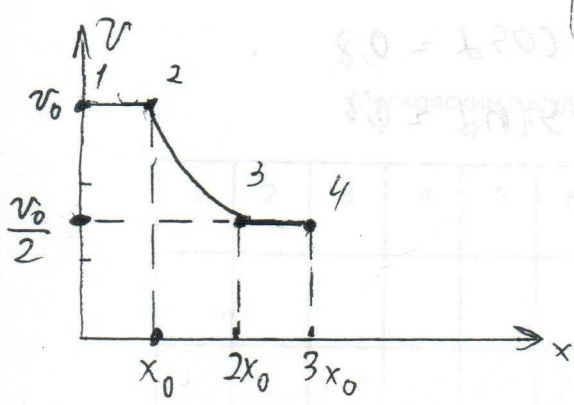
$$5mgx = T_1 \cdot \frac{L}{2} - T_2 \cdot \frac{L}{2}$$

$$x = \frac{(T_1 - T_2) \frac{L}{2}}{5mg} = \frac{-\frac{4}{3} \cdot \frac{L}{2}}{5} \Rightarrow x = -\frac{2}{15}L \Rightarrow$$

$$x = 4 \text{ см}$$

Ответ: груз надо расположить на 4 см правее центра бруска.

N4



Дано: $v \sim \frac{1}{x}$

v_0, x_0

Найти: T

Решение:

$$T = t_{12} + t_{23} + t_{34}$$

$$T = \frac{x_0}{v_0} + t_{23} + \frac{x_0}{v_0 \cdot 0.5} = 3 \frac{x_0}{v_0} + t_{23}$$

~~Дано~~ $v = \frac{k}{x} \Rightarrow v_0 = \frac{k}{x_0} \Rightarrow k = x_0 v_0$

$$v = \frac{x_0 v_0}{x}$$

$$v = \frac{dx}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dx}{dt} = \frac{x_0 v_0}{x} \Rightarrow dt = \frac{x dx}{x_0 v_0} (*)$$

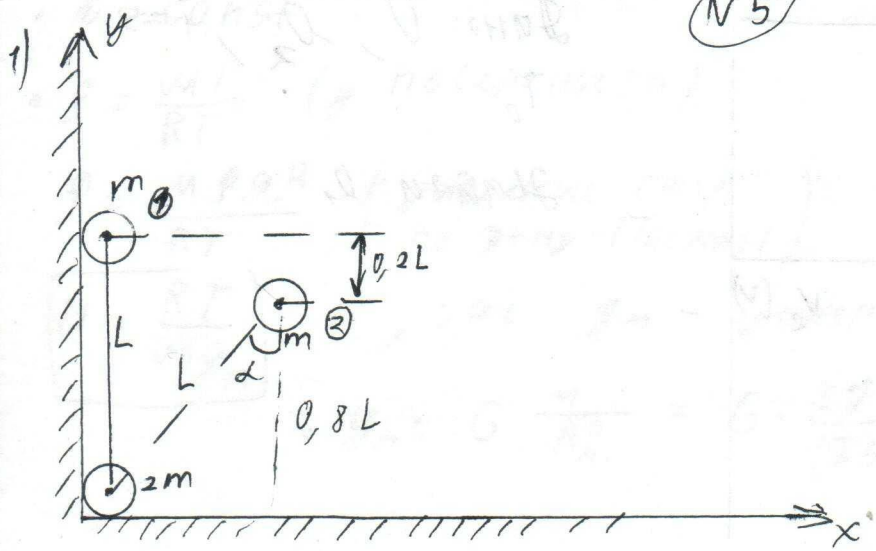
Принтегрируем (*) от x_0 до $2x_0$

$$\int_{x_0}^{2x_0} dt = \int_{x_0}^{2x_0} \frac{x dx}{x_0 v_0} \Rightarrow t_{23} = \frac{\frac{(2x_0)^2}{2} - \frac{x_0^2}{2}}{x_0 v_0} = \frac{3x_0}{2v_0}$$

$$T = 3 \frac{x_0}{v_0} + 1.5 \frac{x_0}{v_0} = 4.5 \frac{x_0}{v_0}$$

Ответ: $4.5 \frac{x_0}{v_0}$

N5

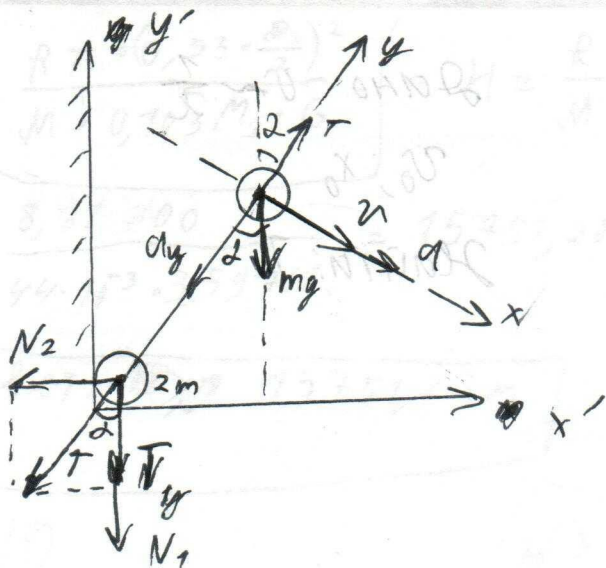


Дано: $2m, m, L$

Найти: N_1, N_2

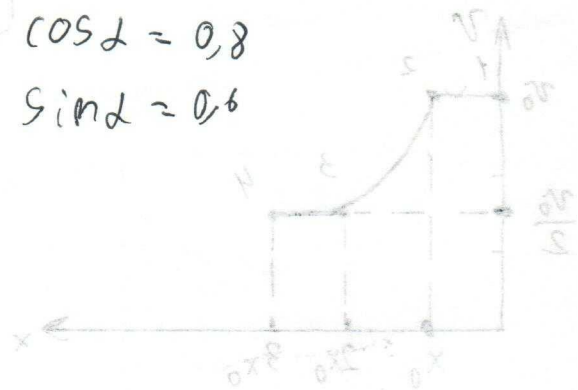
2)

16



$$\cos \alpha = 0,8$$

$$\sin \alpha = 0,6$$



Решение:

Сила T всегда перпендикулярна перемещению \rightarrow ЗСЭ (массой m): (1-2)

$$mgL = mg(L-h) + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow gL = 0,8gL + \frac{v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{0,4gL}$$

По 2 3-му Ньютона: (2): верхний шар:

$$Ox: mg \sin \alpha = ma$$

$$Oy: mg \cos \alpha - T = ma_y \Rightarrow T = m(g \cos \alpha - a_y) = m(g \cdot 0,8 - \frac{v^2}{L})$$

$$T = m(0,8g - 0,4g) = 0,4mg$$

По 2 3-му Ньютона: шар массой $2m$:

$$Ox': N_2 = T \sin \alpha$$

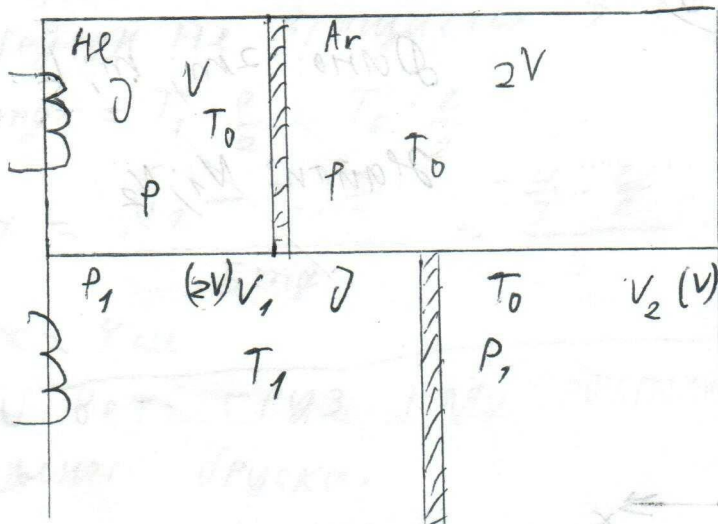
$$Oy': N_1 = T \cos \alpha + 2mg$$

$$\Rightarrow \begin{cases} N_2 = 0,24mg \\ N_1 = 0,32mg + 2mg = 2,32mg \end{cases}$$

Ответ: $0,24mg$; $2,32mg$

(По 3-му Ньютона сила давления по модулю равна силе реакции опоры)

N6

Дано: V ; p_2 ; $i=3$ T_0 Найти: p_1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Шифр

501003

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

Решение:

Процесс, проходящий с Аргон — изотермический
из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$\left. \begin{aligned} pV &= \nu R T_0 \\ p_0 2V &= \nu R T_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_{Ar} = 2V$$

Для Аргона: $-Q_2 = A_2$ ($\Delta U = 0$)

Работа Гелия $A_1 = -A_2 = Q_2$

И начало т.г. для He:

$$Q_1 = A_1 + \Delta U_1 \Rightarrow Q_1 = Q_2 + \Delta U_1; \quad V_1 = 2V \Rightarrow V_2 = V$$

$$Q_1 = Q_2 + \frac{3}{2} \nu R \Delta T = Q_2 + \frac{3}{2} (p_1 \cdot 2V - pV)$$

уравн. Менделеева-Клапейрона: АРГОН:

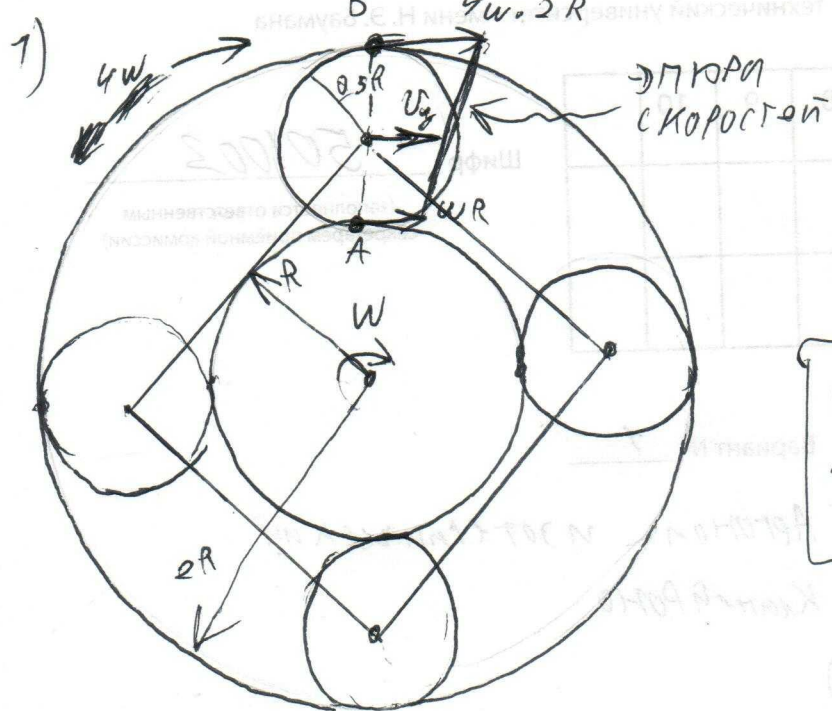
$$\left. \begin{aligned} 2pV &= \nu R T_0 \\ p_1 V &= \nu R T_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow p_1 = 2p \rightarrow$$

$$Q_1 = Q_2 + \frac{3}{2} (4pV - pV) = Q_2 + \frac{9}{2} pV = Q_2 + \frac{9}{2} \nu R T_0$$

$$\boxed{\text{Ответ: } Q_1 = Q_2 + \frac{9}{2} \nu R T_0}$$

16

Ситуационная задача (10.5)



Дано: $R; 2R; W; 4W$
Найти: W_1

В точках соприкосновения у шестерней одинаковая скорость

Решение:

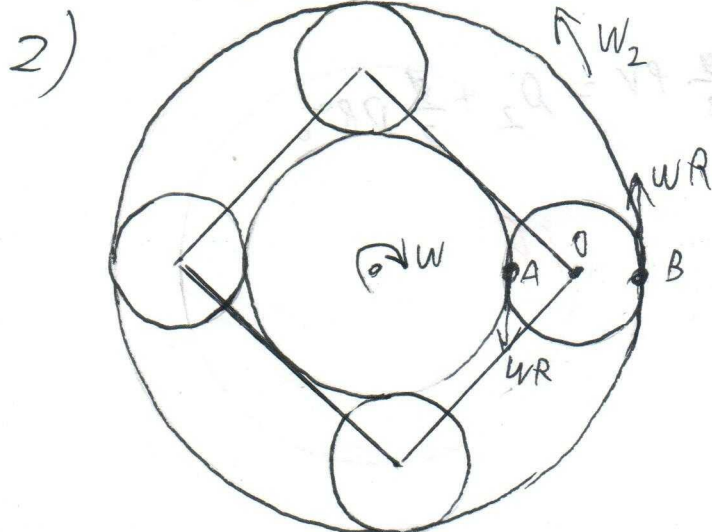
Солнечная шестерня соприкасается с сателлитом

в точке A $\Rightarrow v_A = WR$ (сателлита) = (шестерни)

Коронная шестерня соприкасается с сателлитом в точке B $\Rightarrow v_B = 4W \cdot 2R = 8WR$ (сателлита)

Скорость центра сателлита составляет эволю скорости с точками A и B (прямая) $\Rightarrow v_y = \frac{v_A + v_B}{2}$

$$W_1 = \frac{v_y}{1.5R} = \frac{8WR + WR}{2 \cdot 1.5R} = 3W$$



Дано: $W; R; 2R$

Найти: W_2

Решение: местерная соприкасается с сателлитом в

$$(\cdot) A \Rightarrow v_A = \omega R$$

$$\text{т.к. } (\cdot) O - \text{не подвижна} \Rightarrow v_B = \omega R$$

(\cdot) B - точка соприкосновения коронной местерной и сателлита \Rightarrow

$$\omega_2 = \frac{v_B}{2R} = \frac{\omega R}{2R} = \frac{\omega}{2}$$

20

Ответ: $3\omega; \frac{\omega}{2}$