

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

501016

Шифр

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика  
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Муравенко Павел Владимирович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Норильск ; МБОУ "СШ №1" ; 10 "ФМ"

Регистрационный номер 8601

Вариант задания 1

Дата проведения " 1 " 03 20 20 г.

Подпись участника



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
10	10	4	16	16	16	20				92

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

№1

$M:m=3:1$   
 $V=0,4 \text{ м/с}$   
 $t=10 \text{ с}$   
 $U=?$

Между телами действовала сила трения покоя. Неконсервативных сил в системе больше нет  $\Rightarrow$  соблюдается закон сохранения импульса.

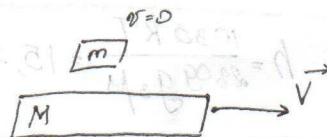
$$Ox: MV + m \cdot 0 = MU + mU \Rightarrow U = \frac{MV}{m+M}$$

$$M=3m$$

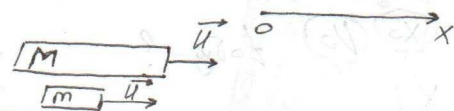
$$\Rightarrow U = \frac{3mV}{4m} = \frac{3}{4}V$$

$$[U = \frac{3 \cdot 0,4}{4} = 0,3 \text{ м/с}]$$

до)



после)



Ответ:  $U = \frac{3}{4}V = 0,3 \text{ м/с}$

№3

$L=30 \text{ см}$   
 $x=?$

1) пусть бруски  $m$  и  $2m$  покоятся:

$$mg = T_1$$

$$2mg = T_2$$

2) по 3-му Закону Ньютона (нить нерастяжима):

$$T_1 = T_{11} = mg$$

$$T_2 = T_{21} = 2mg$$

3) Пусть брусок  $5m$  мы повесим справа от центра на величину  $x$ . Запишем уравнение моментов для точки A:

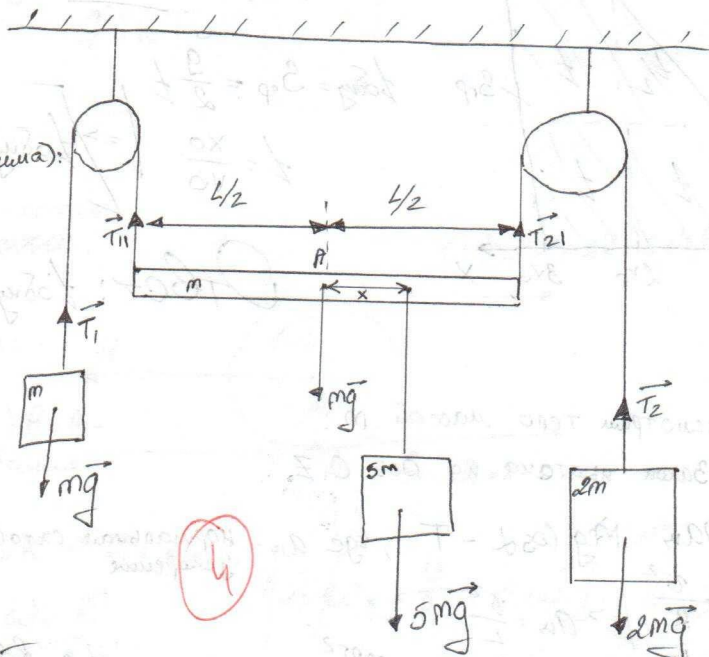
$$T_{11} \cdot \frac{L}{2} + 5mg \cdot x = T_{21} \cdot \frac{L}{2}$$

$$\frac{mgL}{2} + 5mgx = \frac{2mgL}{2} \quad / : mg$$

$$\frac{L}{2} + 5x = L \Rightarrow 5x = \frac{L}{2} \Rightarrow [x = \frac{L}{10}] \quad [x > 0 \Rightarrow \text{повесили справа от центра}]$$

$$[x = 3 \text{ см}]$$

Ответ: справа на расстоянии 3 см.



N2

$$\begin{aligned} \mu &= \text{мг/моль} \\ T &= 300 \text{ K} \\ M_M &= \frac{10,3}{100} M_3 \\ g_3 &= 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ r_M &= \frac{53}{100} r_3 \end{aligned}$$

уравнение состояния атмосферы:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow p = \frac{\rho}{\mu} RT \Rightarrow \rho g h = \frac{\rho}{\mu} RT \Rightarrow h = \frac{RT}{g \mu}$$

$$p = \rho g h$$

$$\begin{aligned} g_3 &= \frac{M_3}{r_3^2} \Rightarrow \frac{g_M}{g_3} = \frac{M_M}{M_3} \frac{r_3^2}{r_M^2} = \frac{10,3}{100} \frac{100^2}{53^2} = \frac{1030}{2809} \Rightarrow \\ g_M &= \frac{M_M}{r_M^2} \Rightarrow g_M = g_3 \frac{2809}{1030} \end{aligned}$$

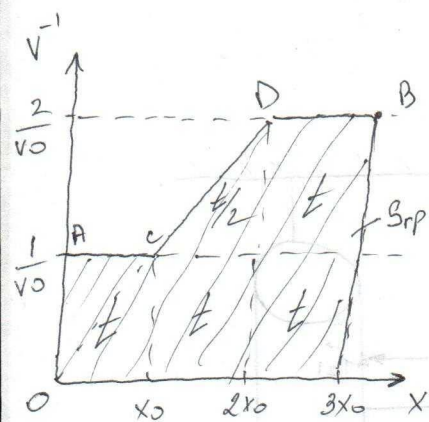
$$\left[ h = \frac{RT \cdot 1030}{2809 g_3 \mu} \right] \quad \left[ h \approx 15,767 \text{ км} \right]$$

Ответ:  $h = \frac{1030 RT}{2809 g_3 \mu} = 15,767 \text{ км}$

N4

(x0) (v0) tобу-?

$t \sim x$   
 $t \sim \frac{1}{v} \Rightarrow$  Площадь под графиком вида  $x(v)$  - есть время пути.

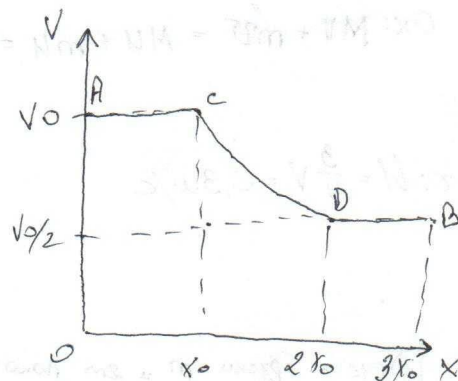


$$CD: x \sim \frac{1}{v} \Rightarrow x \sim v^{-1}$$

$$t_{\text{обу}} = S_{\text{пр}} = \frac{g}{2} t$$

$$t = \frac{x_0}{v_0} \Rightarrow t_{\text{обу}} = \frac{g x_0}{2 v_0}$$

Ответ:  $t_{\text{обу}} = \frac{g x_0}{2 v_0}$



N5

Nx-? 1) Рассмотрим тело массой m:

Ny-? 2 Закон Ньютона на ось O, Z:

$$ma_n = Mg \cos \alpha - T, \text{ где } a_n - \text{нормальная составляющая ускорения}$$

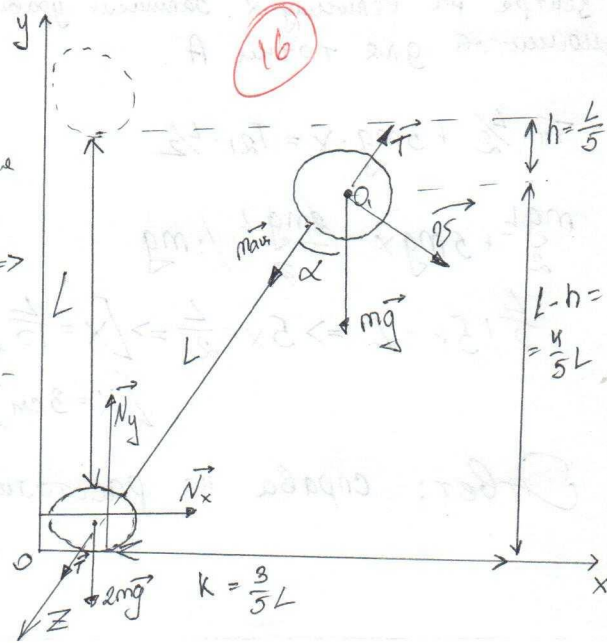
$$a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow a_n = \frac{v^2}{L}$$

$$R = L$$

$$\text{ЗЗЗ: } mgL = \frac{mv^2}{2} + mg(L-h) \Rightarrow v^2 = \frac{2gL}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_n = \frac{2gL}{5L} = \frac{2}{5}g \Rightarrow T = mg \cos \alpha - ma_n = mg(\cos \alpha - \frac{2}{5}) = \frac{2}{5}mg$$

$$\cos \alpha = \frac{L-h}{L} = \frac{4}{5}, \text{ по т. Пифагора: } K = \frac{3}{5}L$$





2) Рассмотрим тело массой 2м:

2 Закон Ньютона на ось y:  $2mg + T \cos \alpha = N_y \Rightarrow \left[ N_y = \frac{3mg}{25} + 2mg = \frac{58}{25} mg \right]$

на ось x:  $N_x = T \sin \alpha \Rightarrow \left[ N_x = \frac{2mg}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{6mg}{25} \right]$

Ответ: на горизонтальную:  $N_x = \frac{6mg}{25}$

на вертикальную:  $N_y = \frac{58mg}{25}$

№6

То  
Q<sub>2</sub>  
Q<sub>1</sub> - ?

1) переход Ag - изотермический процесс  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad P_0 \cdot 2V = V \cdot P_1$   
 $[P_1 = 2P_0]$

2) рассмотрим переход гелия с помощью 2-х ур-ий состояния:

$\begin{cases} P_0 V = 2 \nu R T_0 \\ 2 P_1 V = 2 \nu R T_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_0}{P_1} = \frac{2 T_0}{T_1} \Rightarrow [T_1 = 4 T_0]$

3) Запишем 1-е законы термодинамики для He и Ag:

$- Q_1 = \Delta U_1 + A_1$

$- Q_2' = \Delta U_2 + A_2 \Rightarrow Q_2' = A_2 \Rightarrow A_2 = -Q_2$   
 т.к. T = const  $Q_2' = -Q_2$

- т.к.  $\Delta U_2 = 0 \Rightarrow A_1 = -A_2 = Q_2$

$- \Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_0) = \frac{18 \nu R T_0}{2} = 9 \nu R T_0$

Ответ:  $Q_1 = 9 \nu R T_0 + Q_2$

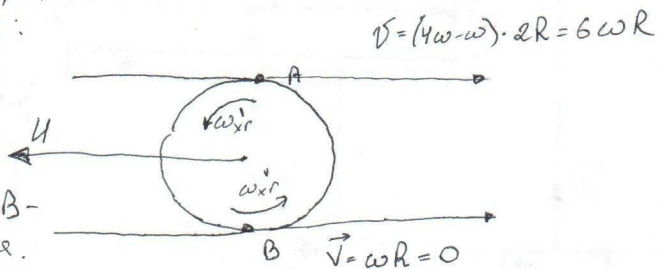
№7 (Вариант 10.5)

1)  $\omega_1 = \omega$   
 $\omega_2 = 4\omega$

1) Перейдем в ИСО соосевой шестерни

и-скорость (линейная) колеса:  
 $\omega \times r$  - скорость вращения сателлита:

- скорости в точках (относительные) A и B -  
 есть 0, ведь нет проскальзывания.



A:  $\omega \times r + u = 6\omega R \Rightarrow 2u = 6\omega R \Rightarrow u = 3\omega R$

B:  $\omega \times r = u$

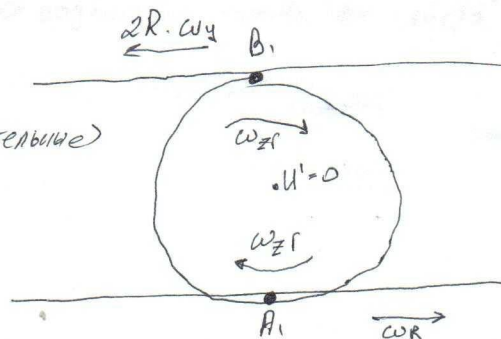
- линейная скорость колеса (u) есть  $\omega \times R$   
 $R' = \frac{3}{2} R$

2) Остается в ИСО соосевой шестерни:

$\omega_{\Sigma}$  - скорость вращения сателлита

скорости в точках A и B, также равны 0 (относительные)

B:  $\omega_{\Sigma} R = 2\omega_y R$   
 A:  $\omega_{\Sigma} R = \omega R \Rightarrow 2\omega_y R = \omega R \Rightarrow \omega_y = \omega/2$



Ответ: 1) Отн. Земли  $\omega$  2)  $\omega/2$   
 Отн. Соос. шест.  $2\omega$