

501055

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Ключков Константин Александрович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва,
ГБОУ школа № 1571

Регистрационный номер 9690

Вариант задания 2

Дата проведения « 1 » марта 2020 г.

Подпись участника 

59 (необходимо решать)

Мурман

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

501055

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3	10	14	-	16	16	10				59

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2

№2) \oplus считаем, что плотность атмосферы постоянна, считаем, что $\rho = \rho_0 h$

~~Считаем, что температура атмосферы мало меняется с радиусом планеты.~~
 ~~$\rho = \rho_0 h$ 3-й закон Ньютона~~

$$\rho V = \frac{m}{M_{O_2}} RT \Rightarrow \rho M_{O_2} = \frac{m}{V} RT$$

$$\rho \rho_0 h M_{O_2} = \rho RT$$

$$h = \frac{RT}{\rho M_{O_2}}$$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

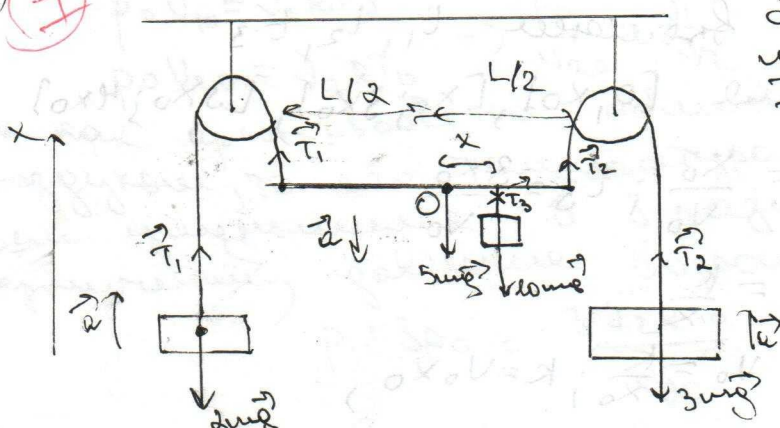
$$\frac{g}{g_0} = \frac{M}{M_0} \cdot \left(\frac{R_0}{R}\right)^2$$

$$\Rightarrow h = \frac{RT}{M_{O_2} g_0} \frac{M_0}{M} \left(\frac{R}{R_0}\right)^2$$

Если g на поверхности Земли считать равным $9,81 \frac{m}{s^2}$, то $h \approx 17,4 km$

Ответ: 17,4 км

№3) \oplus



2-й закон Ньютона для левого груза:

$$\vec{T}_1 + 2m\vec{g} = 2m\vec{a}$$

$$O.x: T_1 - 2mg = 2ma$$

$$T_1 = 2m(g+a)$$

2-й закон Ньютона для правого груза:

$$\vec{T}_2 + 3m\vec{g} = 3m\vec{a}$$

$$O.x: T_2 = 3m(g+a)$$

2й 3-й Ньютона сил бруса:

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 + 5mg = 5m\vec{a}$$

$$O.X: T_1 + T_2 - T_3 - 5mg = -5ma$$

2й 3-й Ньютона сил пружины:

$$\vec{T}_3 + 10mg = 10m\vec{a}$$

$$O.X: T_3 - 10mg = -10ma$$

$$T_3 = 10m(g-a)$$

Получаем систему:

$$\begin{cases} T_1 = 2m(g+a) \\ T_2 = 3m(g+a) \\ T_3 = 10m(g-a) \\ T_1 + T_2 - T_3 - 5mg = -5ma \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_1 = 2m(g+a) \\ T_2 = 3m(g+a) \\ T_3 = 10m(g-a) \\ 2mg + 2ma + 3mg + 3ma - 10mg + 10ma = 5mg - 5ma \\ -10mg = -20ma \\ a = \frac{g}{2} \end{cases}$$

$$T_1 = 3mg$$

$$T_2 = \frac{9}{2}mg$$

$$T_3 = 5mg$$

Брусок гаечный

оставление

горизонтальное,

$$\sum M_o = 0;$$

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

$$\frac{3mg}{2} L + 5mg x = \frac{9mgL}{4}$$

$$5mg x = \frac{3}{4} L$$

$$x = \frac{3}{20} L$$

Ответ на расстоянии $\frac{3}{20} L$ от ~~левой~~ ^{справа} ~~середины~~ ^{середины} стержня ~~(справа)~~.

н) Пусть промежуток времени t_1, t_2, t_3

время прохождения $[0; x_0], [x_0; 3x_0], [3x_0; 4x_0]$

$$\text{тогда } t_1 = \frac{x_0}{v_0}; t_3 = \frac{3x_0}{v_0}$$

$$\text{на } [x_0; 3x_0] v \sim \frac{1}{x}, \text{ т.е. } v = \frac{k}{x}$$

$$\text{Найдём } k. v_0 = \frac{k}{x_0}; k = v_0 x_0,$$

$$\text{т.е. } v = \frac{v_0 x_0}{x}$$

$$v = \frac{dx}{dt}; \quad dt = \frac{dx}{v} \quad \left| \quad v = \frac{v_0 x_0}{x} \right. \Rightarrow dt = \frac{x dx}{v_0 x_0}$$

$$\int_0^{t_2} dt = \int_{x_0}^{3x_0} \frac{x dx}{v_0 x_0}$$

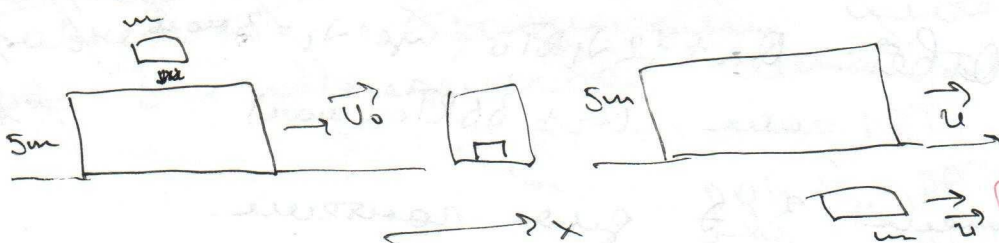
$$t_2 = \frac{1}{2v_0 x_0} (3x_0)^2 - x_0^2 = \frac{4x_0^2}{2v_0 x_0} = \frac{2x_0}{v_0}$$

$$\tau = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{x_0}{v_0} + \frac{2x_0}{v_0} + \frac{x_0}{v_0} = \frac{4x_0}{v_0}$$

Ответ: $\frac{4x_0}{v_0}$

N4) Было:

Стало:



Запишем 3-й закон О.Х:

$$5m v_0 = 5m v$$

$$v_0 = \frac{6}{5} v$$

$$v_0 = 0,6 \frac{m}{c}$$

Ответ: $0,6 \frac{m}{c}$

N6) 3-й закон Менделеева - Клапейрона
начальных состояний газов:

где

$$p_0 V_{10} = \nu_1 R T_0$$

$$p_0 V_{20} = \nu_2 R T_0$$

$$\Rightarrow \frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

$$\nu_1 = \frac{V_{10}}{V_{20}} \nu_2 = 3 \text{ моля}$$

Так как аргон свободно обменивается теплотой с воздухом, то его температура остается постоянной. Объем увеличился в 3 раза, давление возросло в 3 раза, т.е. процесс изотермический.

$$p = 3p_0 = \frac{3 \nu_2 R T_0}{V_{20}}$$

3-й Менделеева - Клапейрона

где все в конце:

$$p V_1 = \nu_1 R T_1, \quad \frac{3 \nu_2 R T_0}{V_{20}} V_1 = \nu_1 R T_1; \quad T_1 = 3 \frac{\nu_2}{\nu_1} \frac{V_1}{V_{20}} T_0$$

Объем V_{20} был $\frac{3}{4}V$, а потом уменьшился в 3 раза, т.е. стал $\frac{V}{4}$, $3H$ $V_1 = \frac{3}{4}V$.

$$T_1 = 3 - \frac{3}{4} \cdot \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{V_{20}}{V_{20}} =$$

$$T_1 = \frac{9}{4} \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} T_0 = 9T_0$$

Первое начало термодинамики для не и др

$$Q_1 = \frac{3}{2} \nu_1 R (9T_0 - T_0) + A$$

$$-Q_2 = -A$$

(A одинаковая, т.к. у них все время p ~~равно~~ равно, а ΔV разны ^{такой} со знаком)

$$\Rightarrow Q_1 = Q_2 + \frac{3}{2} \nu_1 R \cdot 8T_0 = Q_2 + 12 \nu_1 R T_0$$

Ответ: $Q_2 + 12 \nu_1 R T_0$, где $\nu_1 = 3 \text{ моль}$
или $Q_2 + 36 R T_0$ (моль)

+

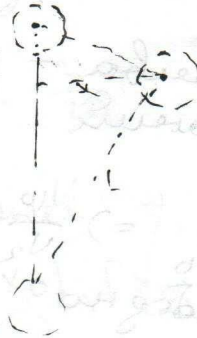
15) Запишем 3СЗ для планеты.

Зная мы это можем потому что из внешних сил на тело действуют только силы реакции опор, а они работы не совершают, т.к. их точки опоры не движутся. (действие сил тяжести учтено в потенциальной энергии).

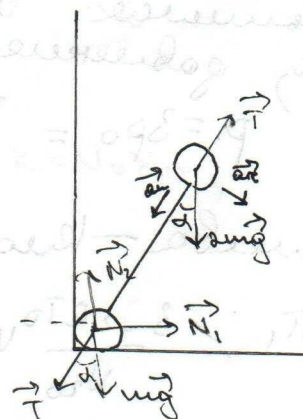
$$2mgL = 2mg \left(L - \sqrt{L^2 - x^2} \right) \frac{2mv^2}{2}$$

$$g(L - \sqrt{L^2 - x^2}) = \frac{v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2g(L - \sqrt{L^2 - x^2})} = \sqrt{2g \left(L - \sqrt{L^2 - \left(\frac{4}{5}L\right)^2} \right)} = \sqrt{\frac{8}{5}gL}$$



Решение
Сколько сил действует
равны им же реакцией опоры
(по 3-му закону)



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

501055

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Продолжение №5

дв. з-н Ньютона на верт. и гор. осе для
линейного маятника:

$$N_1 = T \sin \alpha$$

$$N_2 = T \cos \alpha + mg$$

дв. з-н Ньютона на осе вращ. и \neq стержня
для верёвочного маятника:

$$2mg \cos \alpha - T = 2ma_n$$

$$N_1 = T \sin \alpha$$

$$N_2 = T \cos \alpha + mg$$

$$T = 2m(g \cos \alpha - a_n) = 2m(g \cos \alpha - \frac{v^2}{L}) = 2m(g \cos \alpha - \frac{2g}{5}) = 2mg(\cos \alpha - \frac{2}{5})$$

$$N_1 = 2mg \sin(\cos \alpha - \frac{2}{5}) = 2mg \cdot \frac{3}{5}(\frac{4}{5} - \frac{2}{5}) = \frac{12}{25} mg$$

$$N_2 = 2mg \cos(\cos \alpha - \frac{2}{5}) + mg = 2mg \frac{4}{5}(\frac{4}{5} - \frac{2}{5}) + mg = \frac{41}{25} mg$$

Ответ: Горизонтальная $N_1 = \frac{12}{25} mg$

Вертикальная $N_2 = \frac{41}{25} mg$

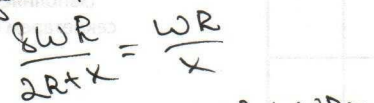
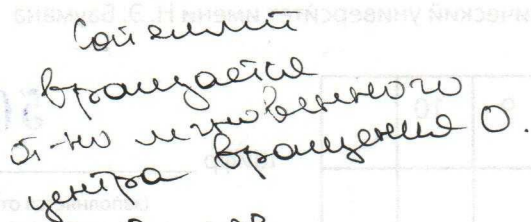
10) Ситуативная задача В.Н.

~~Статическая задача элементов му-за зубцов~~
~~без элементов манетарной передачи~~
~~с осью~~

му-за зубцов прокатывания между кривошей
механизма, катящимся и вращающимся, тогда если
два катящихся элемента соприкасаются, то в этой точке
соприкосновения их линейные скорости одинаковы

Рассмотрим указанные в условии случаи:

Министерство культуры Российской Федерации



$$8WRx = 2WR^2 + WRx$$

$$7WRX = 2WR^2$$

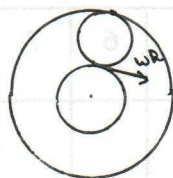
$$X = \frac{2}{2} R$$

$$\omega_x = \frac{\omega R}{x} = \frac{7 \omega R}{2R} =$$

$$= \frac{7}{2} \omega$$

Для остальных элементов
 все тоже самое, т.к.
 можно взять магнитную
 ленту, повернуть её так,
 чтобы на место правого
 бокала ковал, но никак
 отменить намотку не
 будет, т.е. $w \times = \frac{7}{2} w$

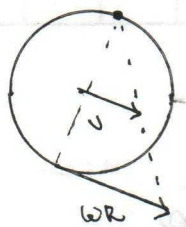
Or bet: $\frac{7w}{2}$
 $\frac{w}{3}$



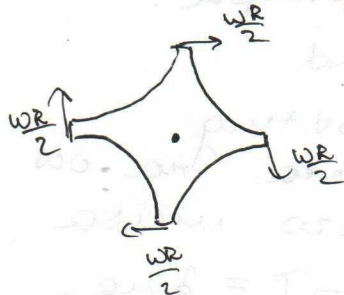
Найдены
остатки
центра сателлита

$$\frac{V}{R} = \frac{\omega R}{2R}$$

$$C \approx \frac{3R}{2}$$



$$W_x = \frac{2V}{3R} =$$



$$= \frac{P}{P} \cdot \frac{WR}{P} = \frac{WR}{P}$$