Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

+ 1 лист

И. Беляков

501182

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Александров Владислав Андреевич

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва лицей 1523 10 класс

Регистрационный номер 5132

Вариант задания 2/10.5

Дата проведения “1” марта 20 20 г.

Подпись участника ____________

64 (шестьдесят четыре) балла [signature]

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
										Σ
10	10	12	12	16	2	2				64

501182

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

182

Вариант № 2/10.5

№1

Дано

$\Delta t = 2c$

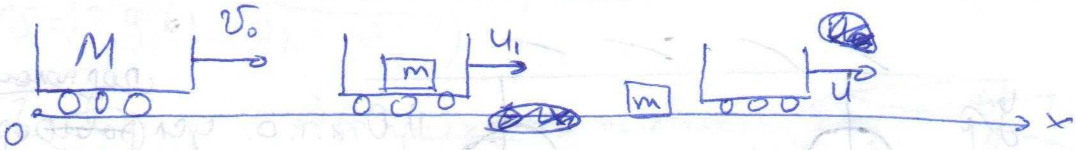
$u = 0,5 \frac{м}{с}$

$\frac{M}{m} = 5 = k$

$v_0 - ?$

Решение

$\Delta t = 2c$



$u_1 = u_0$ т.к. после открытия люка кирпич не действ. на тележку и не тормозит ее.

З.И. Сохр. имп. на O_x:

$M v_0 = (M+m) u$

$v_0 = \left(1 + \frac{m}{M}\right) u$

$v_0 = (1 + \frac{1}{k}) u$ $\quad v_0 = 0{,}6 м/с$ $\quad$ Ответ: $v_0 = \left(1 + \frac{1}{k}\right) u$ $\quad v_0 = 0{,}6 \frac{м}{с}$

№2

Дано

$T = 800K$

$m_в = 0{,}815 M_з$

$d_в = 0{,}96 d_з$

~~$d_з = 12800$ км~~

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$M = 44 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$h - ?$

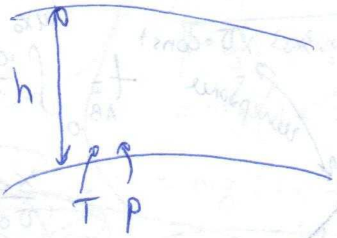
Решение

$mg = \frac{M_з m}{(0{,}5 d_з)^2} \gamma$ – сила, с которой Земля действ. на тело вблизи поверхн.

$m_з = \frac{g (0{,}5 d_з)^2}{\gamma}$ $\quad m_в = 0{,}815 \frac{g (0{,}5 d_з)^2}{\gamma}$

$m g' = \frac{m_в m}{(0{,}96)^2 (0{,}5 d_з)^2} \cdot \gamma$ – сила с которой Венера действ. на тело вбл. поверхн.

$g' = \frac{0{,}815 g}{(0{,}96)^2} = 0{,}88 g$



$pV = \nu RT$ – ур-е менд.-клайп.

$p = \frac{\rho}{M} RT$

$p = \rho g' h$ – давл. у поверхн.

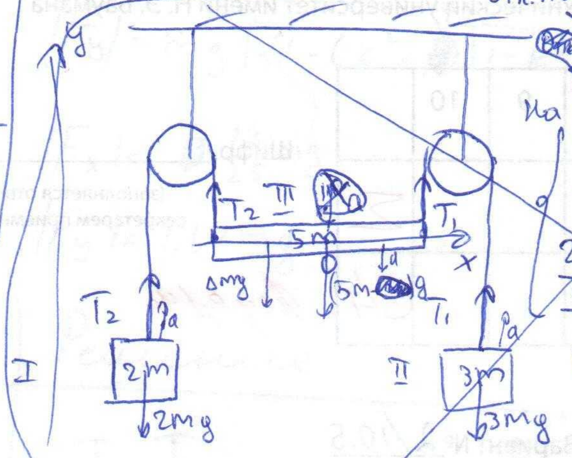
$\rho g h = \frac{\rho}{M} RT$

$h = \frac{RT}{M g 0{,}88}$ $\quad h = \frac{8{,}31 \times 800}{44 \times 10^{-3} \cdot 10 \cdot 0{,}88} = 1{,}72 \times 10^4$ м $\quad$ Ответ: $h = \frac{RT}{M g 0{,}88}$ $\quad h = 1{,}72 \times 10^4$ м

№ 3

Дано	Решение
$L = 40$ см рис. $x - ?$	

Отн.т.О условие горизонт. пол. бруска



$\sum M_i = 0 \Rightarrow \cancel{T_1 = T_2 = T}$

на Oy:

I 2й З.Н. $2mg - T_2 = 2ma$

II 2й З.Н. $3mg - T_1 = 3ma$

2й З.Н.

III $-(T_1+T_2)+(5m+\Delta m)g = (5m+\Delta m)a$

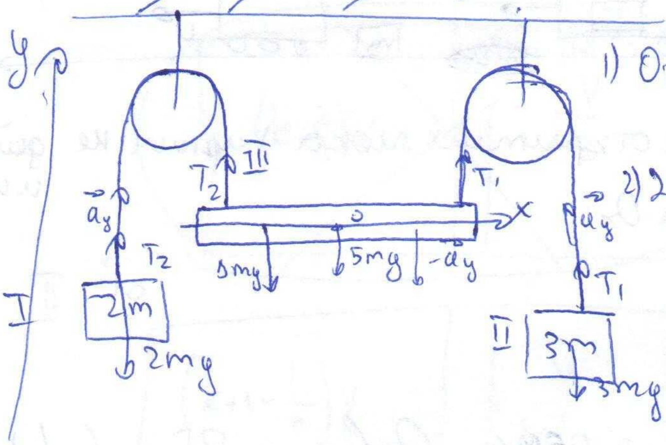
Из системы следует $a = +\frac{g}{2} \Rightarrow$ ~~$\vec{a}$ напр. вниз бруска~~

~~$\frac{a}{g} = \frac{\Delta m}{10m}$~~

~~т.к. $\Delta m = 10m$~~

~~$a = g$~~

~~Тогда $T_2 = 0$ $T_1 = 0$~~



1) Отн.т.О. усл. пор.полож. ~~равн~~ бруска

$\sum M_i = 0$

2) 2й З.Н. на Oy:

$$\begin{cases} \text{I} & T_2 - 2mg = 2ma_y \\ \text{II} & T_1 - 3mg = 3ma_y \\ \text{III} & +(T_1+T_2) - (5m+\Delta m)g = -(5m+\Delta m)a_y \end{cases}$$

3) т.к. $\Delta m = 10m$ $\quad a_y = \frac{g}{2}$ $\quad T_2 = 3mg$ $\quad T_1 = 4{,}5mg$

4)

$3mg\frac{L}{2} - 4{,}5mg\frac{L}{2} + \Delta mgx = 0$

$1{,}5mg\frac{L}{2} = \Delta mgx$

$\frac{3}{40}L = x \qquad x = 3$ см

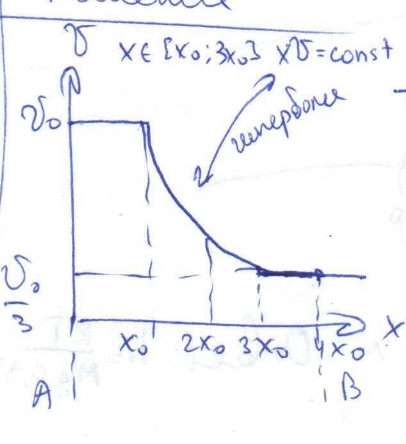
Ответ $x = 3$см справа от середины

$x = \frac{3}{40}L$

№ 4

Дано	Решение
$v(x), v_0, x_0$ $x_A = 0$ $x_B = 4x_0$ $t_{AB} - ?$	

$x \in [x_0; 3x_0]$ $\quad xv = const$



$$t_{AB} = \int_0^{4x_0} \frac{dx}{v(x)} \qquad t = \int_0^{x_0}\frac{dx}{v_0} + \int_{x_0}^{3x_0}\frac{x\,dx}{const} + \int_{3x_0}^{4x_0}\frac{3\,dx}{v_0} =$$

$$= \frac{x_0}{v_0} + 3\frac{x_0}{v_0} + \frac{9x_0^2 - x_0^2}{2\,const} = \frac{4x_0}{v_0} + \frac{4x_0^2}{const} = \frac{8x_0}{v_0} +$$

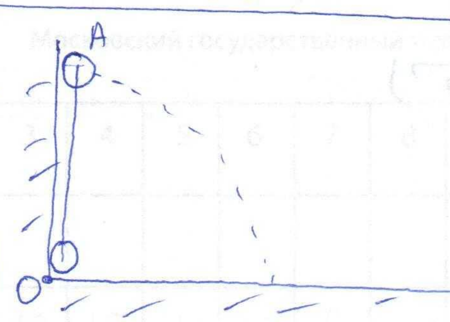
Ответ: $t_{AB} = \frac{8x_0}{v_0} + \cancel{\frac{4x_0^2}{const}}$

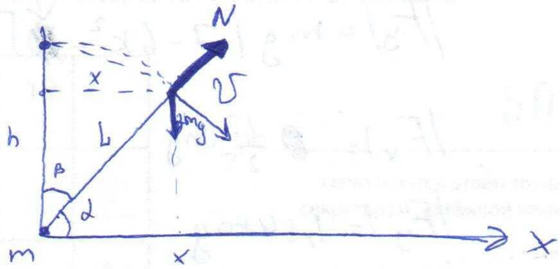
C – ?

Дано | **Решение** №5

$x = 0{,}6L = kL$

$|F_y|, |F_x| - ?$





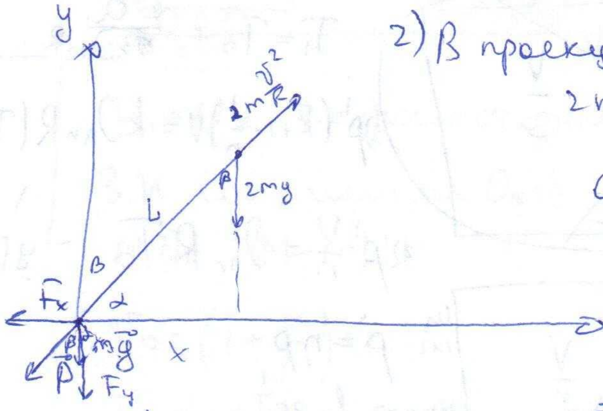
1) Траектория движ - окружн. т.к. расст $AO = const$ и трение отсутств.

$\cancel{\cos\alpha = \frac{x}{L} = \sin\beta}$ $\cancel{\cos\beta}$ $h = \sqrt{L^2 - x^2}$ т. пиф.

$\Delta K = П_н - П_к$ - теор. об изм. кин. энергии - работает, т.к. $N \perp v$ все время движения.

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

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



2) В проекц. на жесткость $\cancel{2mg - 2m\frac{v^2}{R}}$

$$2mg\cos\beta - 2m\frac{v^2}{R} = P$$

$$\cos\beta = \frac{\sqrt{L^2 - x^2}}{L}$$

$$P = 2m\left(\frac{g\sqrt{L^2-x^2}}{L} - \frac{\left(2g\left(L - \sqrt{L^2-x^2}\right)\right)}{L}\right) =$$

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

$$= \frac{2mg}{L}\left(3\sqrt{L^2-x^2} - 2L\right)$$

3) условие отрыва

$P \le -mg\cos\beta$

$\frac{2}{L}\left(3\sqrt{L^2-x^2} - 2L\right) \le \frac{-\sqrt{L^2-x^2}}{L}$

$3\sqrt{L^2-x^2} - 4L \le 0$

$L^2 - x^2 \le \frac{16}{25}L^2$

$x^2 \ge \frac{9}{25}L^2$

$x \ge \frac{3}{5}L \Rightarrow P = -mg\cos\beta$ при $x = 0{,}6L$

$\vec{F} = m\vec{g} + \vec{P}$. $F_x = 0$ $F_y = mg\cos^2\alpha = mg\frac{x^2}{L^2}$

Ответ $F_x = 0$ $F_y = mg\frac{x^2}{L^2}$

условие отрыва $P < 0$

$3\sqrt{L^2-x^2} < 2L$

$L^2 - x^2 < \frac{4}{9}L^2$

$L^2 - \frac{4}{9}L^2 - x^2 = 0$

$\frac{5}{9}L^2 < x^2$ $x > \frac{\sqrt{5}}{3}L$

4) $|F_x| = P\sin\beta = \frac{2mgx}{L^2}\left(3\sqrt{L^2-x^2} - 2L\right)$

$|F_y| = mg + P\cos\beta =$

$= mg\left(1 + \frac{2\sqrt{L^2-x^2}}{L^2}\left(3\sqrt{L^2-x^2} - 2L\right)\right) =$

$= mg\left(1 + \frac{2}{L^2}\left(3(L^2-x^2) - 2L\sqrt{L^2-x^2}\right)\right)$

Ответ

$|F_x| = 2mg\cdot\left(1 - \frac{12}{25}\right) \Rightarrow$ отрыв от левой стенки произойдет

$|F_x| = 0$

$|F_y|$

$7\sqrt{L^2-x^2} \le 4L$

$L^2 - x^2 \le \frac{16}{49}L^2$

$x^2 \ge \frac{33}{49}L^2$

$x \ge \frac{\sqrt{33}}{7}L$ $x \ge 0{,}82L \Rightarrow$ отрыв не произойдет

Ответ: $|F_x| = 2mgk(3\sqrt{1-k^2}-2)$

$|F_y| = mg(7-6k^2-4\sqrt{1-k^2})$

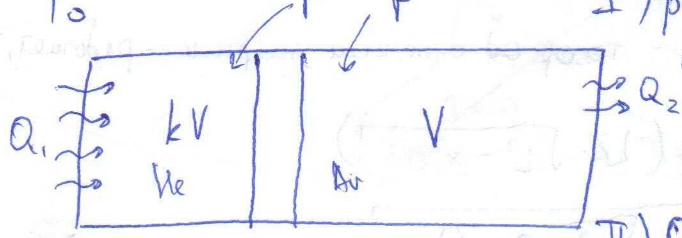
$|F_x| = \frac{12}{25}mg$

$|F_y| = 1{,}64mg$

№ 6 7

Дано	Решение
T_0, $\frac{1}{3} = \frac{V_{He}}{V_{Ar}} = k$	
Q_2, $\nu_{Ar} = 9$ моль	
$\frac{V_{Ar}}{V'_{Ar}} = n = 3$	
Q_1 - ?	

I T_0



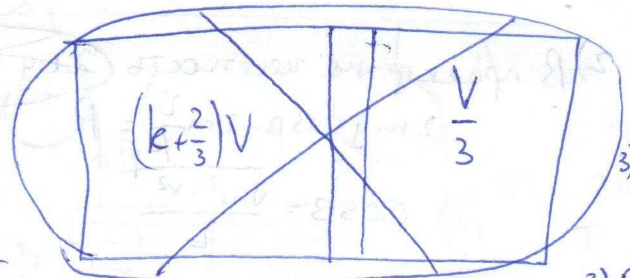
I) $pkV = \nu_{He}RT_0$

1) $pV = \nu_{Ar}RT_0$ — ур-е менд.-клайп.

$\nu_{He} = k\nu_{Ar}$

II) $Q_1 = \frac{3}{2}\nu_{He}R(T_1-T_0)$ — подв. тепло

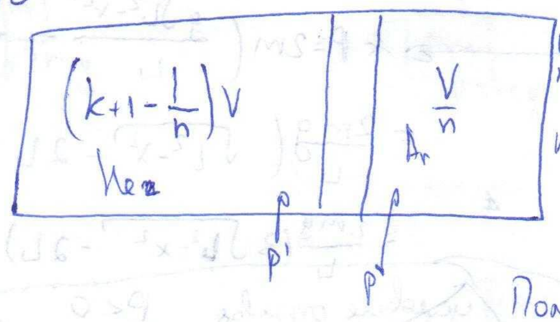
$T_1 = T_0 + \frac{2Q_1}{3\nu_{He}R}$



3) $p'(k+1-\frac{1}{n})V = k\nu_{Ar}R(T_0+\frac{2}{3}\frac{Q_1}{\nu_{He}R})$

2) $p'\frac{V}{n} = \nu_{Ar}RT_0$ — ур-е менд.-клайп.

II T_0



из 1и2: $p' = np$

подст. в 3е:

$V p(nk+n-1) = k\nu_{Ar}R(T_0+\frac{2Q_1}{3k\nu_{Ar}R})$

Пологая из 1: $pV = \nu_{Ar}RT_0$

$T_0(nk+n-1) = kT_0 + \frac{2}{3}\frac{Q_1}{\nu_{Ar}R}$

$RT_0(nk+n-k-1)\frac{3}{2}\nu_{Ar} = Q_1$

Ответ: $Q_1 = T_0(nk+n-k-1)\frac{3}{2}\nu_{Ar}R$

$Q_1 = 299\,T_0 \cdot \frac{Дж}{К}$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

501182

Шифр ______________________

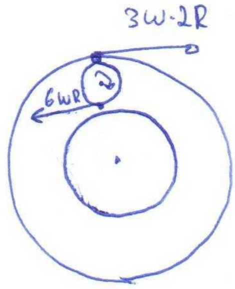
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2/10.5

7

Задача из варианта 10.5

Дано	Решение
$R, 2R$ $\omega, 4\omega$ ω 1) $\omega_в$ - ? 2) $\omega_к$ - ?	1) Уг. скор. солнечной шес - ω Уг. скор. коронной шес. - 4ω Вращаются в од. напр. => рассм. систему в с.о., вращ. со скор ω



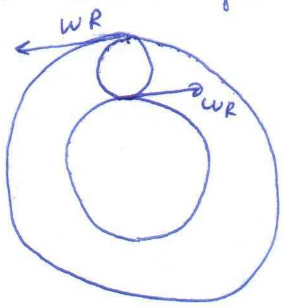
(тогда солнечная шест. неподв.)

тогда период обращ. ~~сателлита~~ водила

$T = \frac{2\pi R}{6\omega R} = \frac{\pi}{3\omega}$ и углов. ск. водила $\omega_в' = \frac{2\pi}{T} = 6\omega$

Перейдем в С.О. земли $\omega_в = 6\omega + \omega = 7\omega$

2) Если угл. скор. солнечной ω, а водило заблокировано



углов. скор. коронной $\omega_к = \frac{\omega R}{2R} = \frac{\omega}{2}$

Ответ $\omega_в = 7\omega$ $\omega_к = \frac{\omega}{2}$