

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

501152

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Гершкович Селен Владимирович

Город, № школы (образовательного учреждения)

Москва, Инженерная школа №581,

10 класс

Регистрационный номер

1325

Вариант задания

1/10.4

Дата проведения " 1 " марта 20 20 г.

Подпись участника

Гершкович

58 (методическое пособие)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
10	10	12	16	10						58

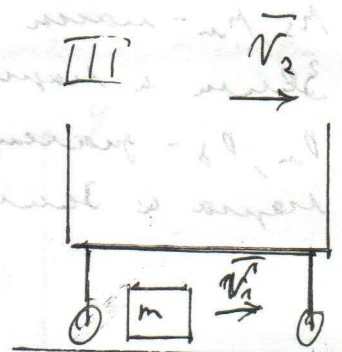
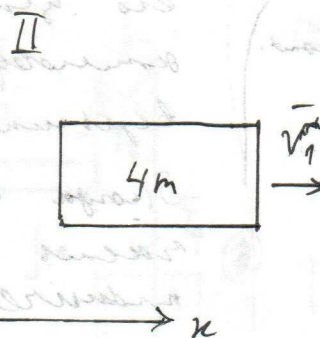
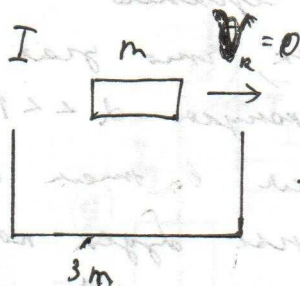
501152

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1/10.4

№1
Дано:
 $V = 0,4 \frac{m}{c}$
 $\tau = 10 c$
 $V_2 = ?$



II - момент времени сразу после того, как открылся люк

V_1 - скорость платформы после того, как в неё попали кулики

V_2 - скорость платформы после того, как кулики вошли.

ЗСК для системы платформа-кулики:
 $p = \text{const}$

I - II ок: $3mV + m \cdot 0 = 4mV_1$ (?)

II - III ок: $4mV_1 = 3mV_2 + mV_1$
 $3mV_1 = 3mV_2$
 $V_1 = V_2$

(1) $V_1 = \frac{3}{4}V = V_2$

$V_2 = \frac{3}{4} \cdot 0,4 \frac{m}{c} = 0,3 \frac{m}{c}$

Ответ: $V_2 = 0,3 \frac{m}{c}$

10

№2

Дано:

$$T = 300 \text{ K}$$

$$\mu = 44 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$\gamma = 0,103; M_m = 5 M_3$$

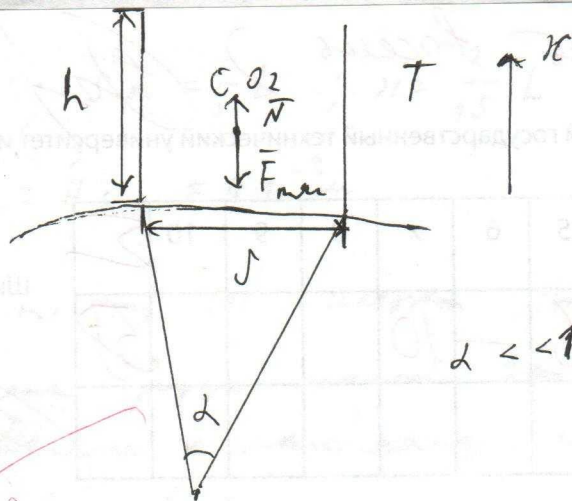
$$k = 0,53; D_m = k D_3$$

h - ?

M_3, M_m - массы

Зенит и Марса соответственно

D_m, D_3 - диаметры
Марса и Зенита



Возвращаясь к конусу из Марса он
его угла по вертикали норм
амплитуды max, что дает при
выступе троса конуса $\alpha \ll 1$.

Сила натяжения в тросе конуса
равна амплитуде дуги по формуле
предельной угловой скорости (j - радиус
основания конуса)

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$$

Возврат амплитуды:

ОХ: $N - F_{\text{мар}} = 0$ (1); N - сила
натяжения троса - с Марса

$F_{\text{мар}}$ - сила
натяжения Марса

$$F_{\text{мар}} = \frac{M_{\text{Марс}} \cdot m}{R_m^2} \cdot G; \quad \frac{D_m}{D_3} = \frac{2R_m}{2R_3} = \frac{R_m}{R_3} = k$$

$$F_{\text{мар}} = G \frac{5 M_3}{k^2 R_3^2} \cdot m = \frac{5}{k^2} m g; \quad m - \text{масса}$$

возврата амплитуды

По 3-ему закону Кеплера: $\vec{N} = -\vec{P}$, где

P - сила гравитации амплитуды; $P = p \cdot j$, p - гравитация
амплитуды

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$p \cdot h \cdot j = \frac{m}{\mu} RT; \quad p = \frac{mRT}{\mu h \cdot j}$$

$$N = F_{\text{мар}} = P = p \cdot j$$

(1)

$$\frac{mRT}{\mu h j} \cdot j = \frac{5}{k^2} m g; \quad \frac{RT}{\mu h} = \frac{5}{k^2} g$$

$$h = \frac{k^2 RT}{\mu g} ; h = \frac{0,2801 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 9,87 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} =$$

$$= 15,556 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 15,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \text{м}}{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 15,7 \cdot 10^3 \text{ м}$$

Ответ: $h = 15,7 \cdot 10^3 \text{ м}$

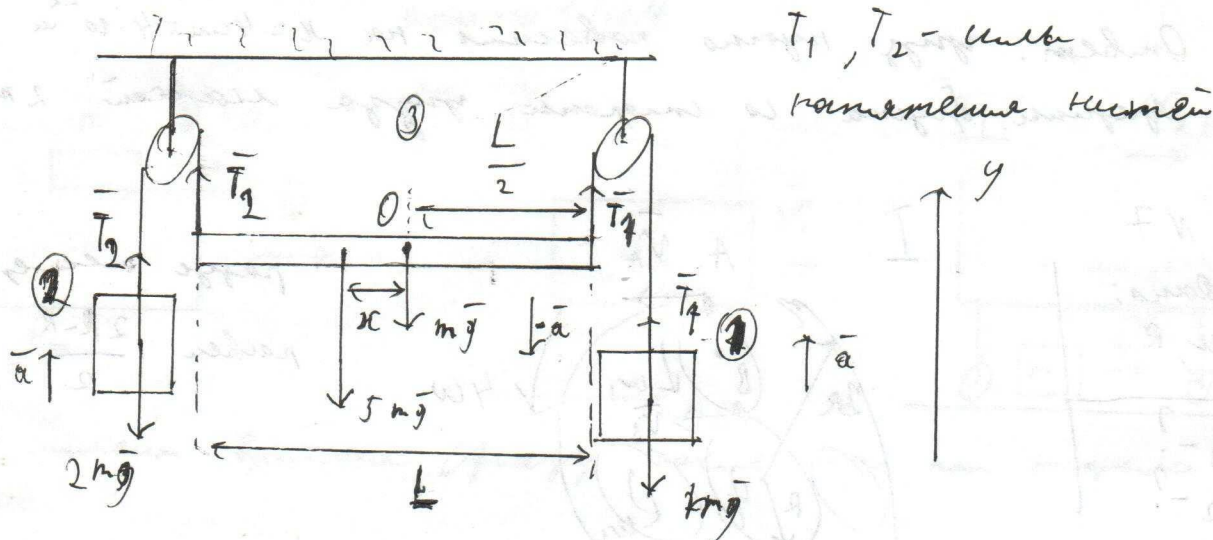
~~10~~

N 3

Дано:

$$L = 30 \text{ см}$$

$x = ?$



Нить невесомая, значит силы натяжения нитей, действующие на брусок и груз 1 равны (аналогично для бруска и груза 2).

Система нерасширяемая, значит все тела движутся с одинаковым по модулю ускорением a .

$$\sum F = m \bar{a}$$

$$\begin{aligned} 1. \text{ ОУ: } T_1 - mg &= ma ; T_1 = m(g+a) \\ 2. \text{ ОУ: } T_2 - 2mg &= 2ma ; T_2 = 2m(g+a) \Rightarrow T_2 = 2T_1 \\ 3. \text{ ОУ: } T_1 + T_2 - 6mg &= -6ma \end{aligned}$$

Брусок не вращается, $\sum M = 0$

$$0 : 5mgx + \frac{L}{2} T_4 = \frac{L}{2} T_2 \quad (4)$$

$$((1)+(2)) \cdot 2 + (3) : (T_1 + T_2 - 3mg) \cdot 2 + T_1 + T_2 - 6mg = 3ma \cdot 2 - 6ma$$

$$3(T_1 + T_2) = 12mg$$

$$3T_1 = 4mg ; T_1 = \frac{4}{3}mg$$

$$(4) : 5mgx + \frac{L}{2} \cdot \frac{4}{3}mg = \frac{L}{2} \cdot 2 \cdot \frac{4}{3}mg$$

#3

$$5x + \frac{2}{3}L = \frac{4}{3}L ; 5x = \frac{2}{3}L ; x = \frac{2}{15}L$$

$$x = \frac{2}{15} \cdot 30 \text{ cm} = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

12

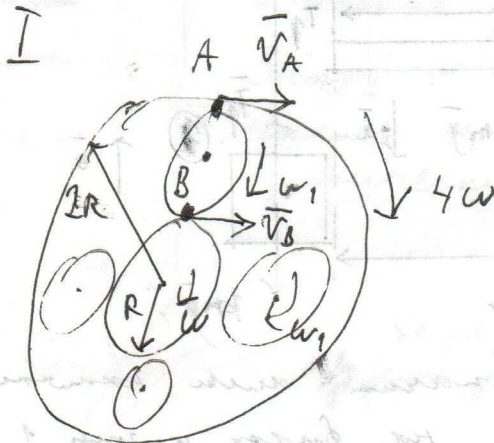
Итак. $T_2 > T_1$, но из (4) следует, что груз можно повесить со стороны груза массой 2 м, чтобы момент силы 5 мг уравновесил моменту T_1 и система оказалась в равновесии.

Ответ: груз можно повесить на $x = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ от середины бруска со стороны груза массой 2 м.

N7

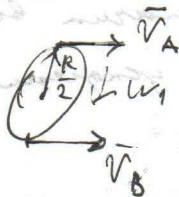
Дано:
 ω, R

$\omega_1 - ?$
 $\omega_2 - ?$



разрешим уравнение энергии
равен $\frac{2R-R}{2} = \frac{R}{2} V$

Искать скорость центра



Скорость центра масс
в м. А $2R$ масса не как у
короткой и равна $4W \cdot 2R = 8WR$

Скорость м. В (V_B) как скорость центра
масса не, как скорость той точки
на внешней массе и равна
линейной скорости точек на окружности
радиусом R , вращающей массе.

м.с. $V_B = \omega \cdot R$

21

$V_A > V_B$, значит
линейная скорость
точек на $2R$ больше
линейной скорости

$$V = V_A - V_B = 7\omega R$$

$$V = \omega_1 \cdot \frac{R}{2} ; \omega_1 = \frac{2V}{R} = 14\omega$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

501152

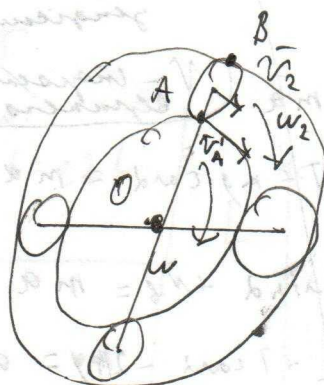
Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

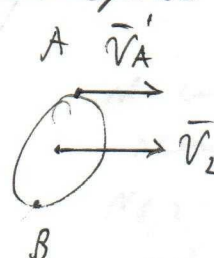
Вариант № 1/10.4

№ 7

II



линейная скорость



Угловая скорость вращения колеса ω_2 равна угловой скорости вращения измерительной системы вокруг оси симметрии (м.О).

Линейная скорость центра измерительной системы при вращении вокруг O v_2 равна $\omega_2 \cdot 1,5 R$; $v_2 = \omega_2 \cdot 1,5 R$

П.п.к. в п.В измерительная система не движется (как и каретная шина), а скорость м.А равна v_A' , скорость центра v_2 будет равна $\frac{v_A'}{2}$. $v_A' = \omega R$ (аналогично случаю I)

$$\frac{\omega R}{2} = \omega_2 \cdot 1,5 R ; \quad \omega_2 = \frac{\omega}{3}$$

Ответ: $\omega_1 = 14 \omega$
 $\omega_2 = \frac{\omega}{3}$

10

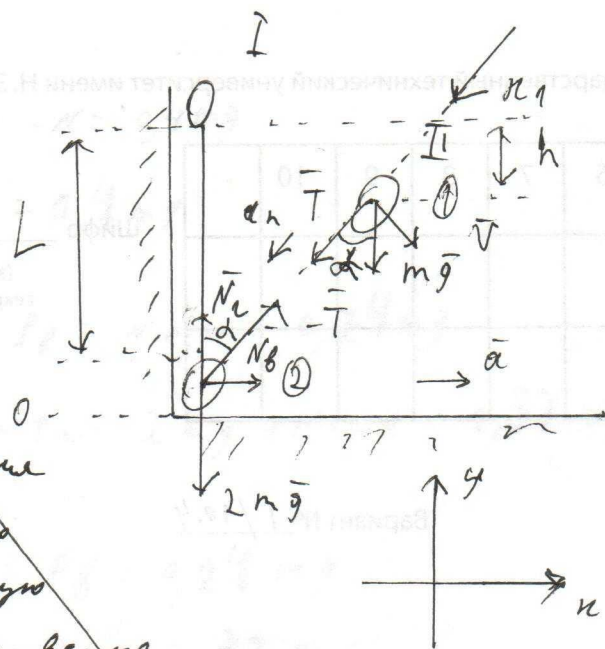
Р/Р

№5
Дано:
 $m, L, h = 0,2L$

$P_8 - ?$

$P_2 - ?$

P_8, P_2 - силы реакции
на вертикальную
и горизонтальную
поверхности



T - сила
натяжения
нити

N - сила реакции
поверхности

a - ускорение
поверхности

a_n - нормальное
ускорение

v - мгновенная
скорость

II

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

$$(1) \text{ ОК}_1: T + mg \cos \alpha = m a_n; a_n = \frac{v^2}{L}$$

$$(2) \text{ ОК}: T \sin \alpha + N_8 = m a$$

$$\text{ОУ: } N_2 + T \cos \alpha - 2mg = 0$$

(2) Если угол между нитью и горизонтом ($\alpha \neq 0$)
выполнен ОК, то найдем что $T = 0$.

Если бы величина угла, не была
равна нулю, то угол был бы,
что противоречит условию.

Известно, что угол между нитью
и вертикалью не-нулевой и не
равен нулю, т.е. $N_8 \geq 0$

3) (7) условие не выполнено

Верхний угол

I - II

$$mgL = m \frac{v^2}{2} + mg(L - h) \quad (3)$$

Из закона сохранения

$$N_8 = -P_8; N_2 = -P_2$$

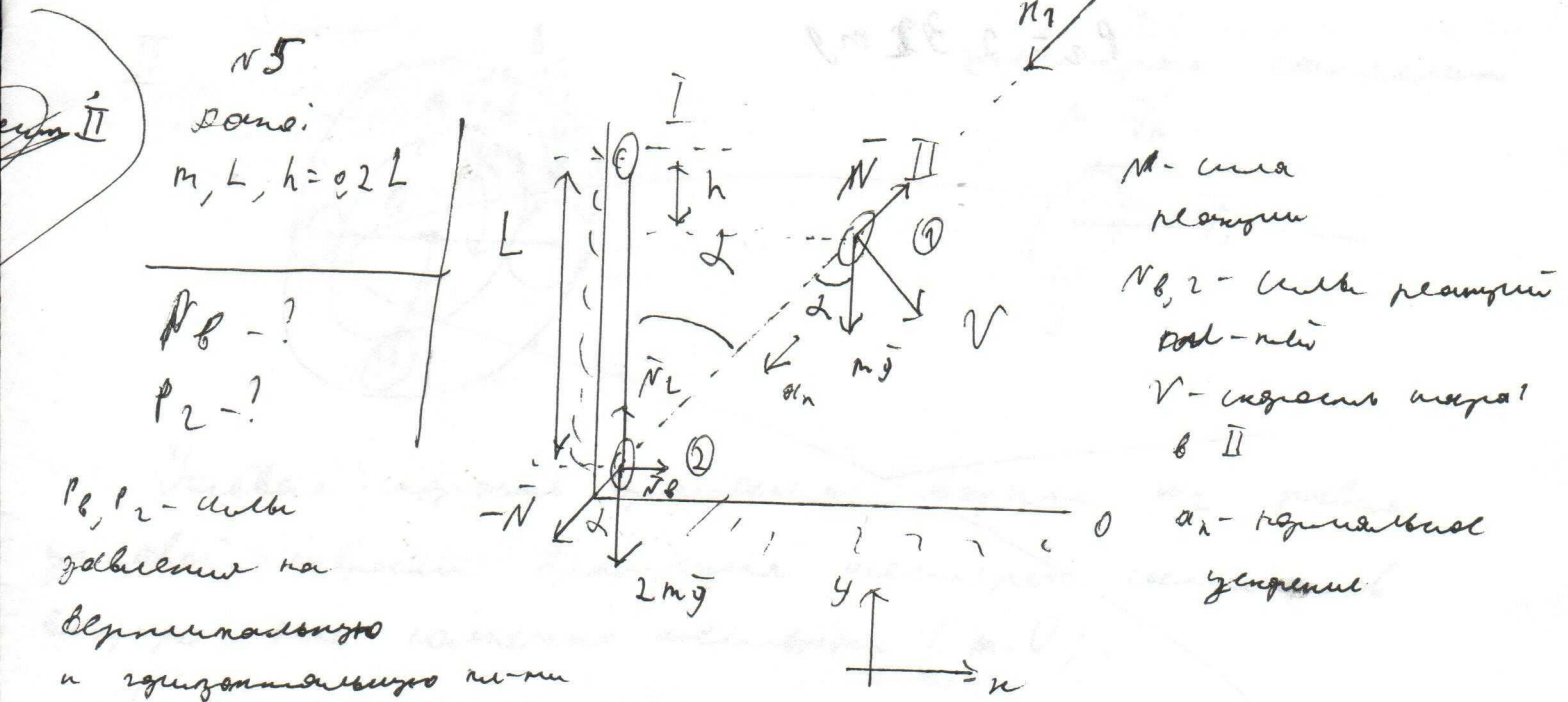
$$\cos \alpha = \frac{L-h}{L} = 0,8$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 0,6$$

$$(3) v^2 = 2gh = 9,49L$$

$$a_n = 9,49 \frac{L}{L} = 9,49$$

$$(1) T + 0,8mg = 9,49mg$$



3-й закон Ньютона: $\vec{P}_1 = -\vec{N}_1$
 $\vec{P}_2 = -\vec{N}_2$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

II ① (1) по x : $mg \cos \alpha - N = ma_n$; $a_n = \frac{v^2}{L}$

② (2) по x : $N_1 - N \sin \alpha = 0$

(3) по y : $N_2 - 2mg - N \cos \alpha = 0$

$$\cos \alpha = \frac{L-h}{L} = 0,8; \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 0,6$$

ЗСТ (рівняння реакції)

I-II ① $mgL = m \frac{v^2}{2} + mg(L-h)$

$$v^2 = 2gh = 9,49L$$

$$a_n = \frac{9,49L}{L} = 9,49$$

