Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

+1

Шифр 520007

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Мадиманов Самандар Талгатович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Алматы, РФМШ, 10 класс

Регистрационный номер ШМ 6225

Вариант задания Вариант 11

Дата проведения "17" 03 2018 г.

Подпись участника

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 4 | 6 | 20 | 0 | 10 | | | | | | |

Шифр 520007

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

$\Sigma$ 40

Семенчин В. В.

Вариант № 11

Дано:

$AB = l$

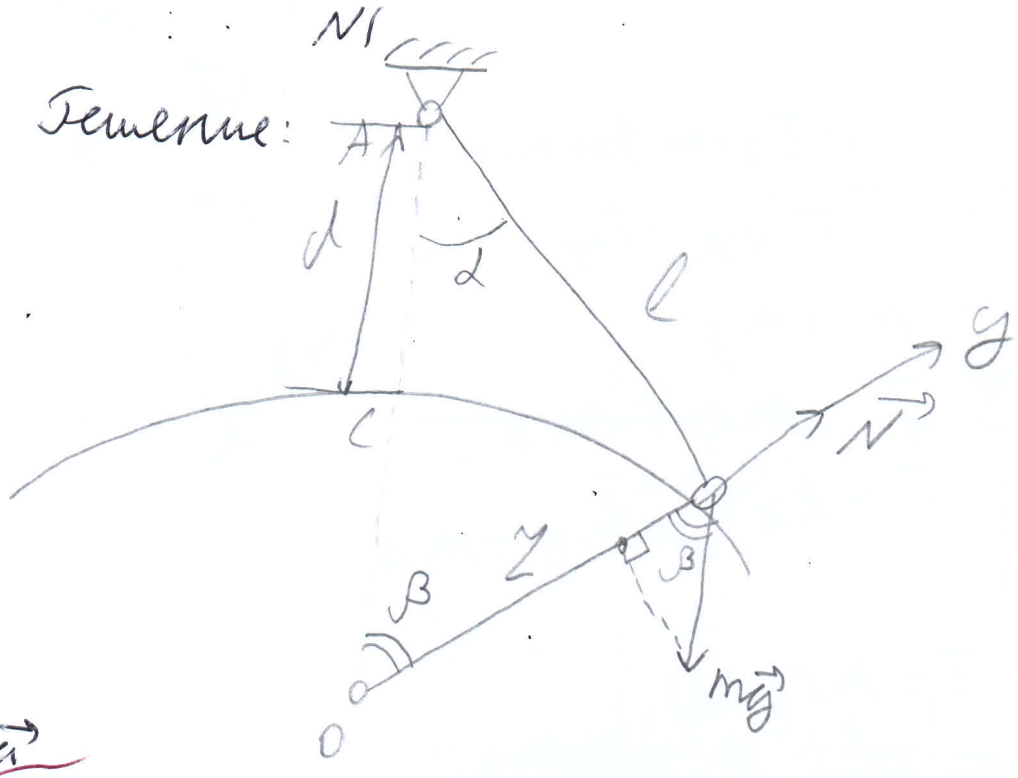
$OC = r$

$AC = d$

$m$

$N - ?$

Решение:




$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$Oy: N = mg \cdot \cos\beta$

$l^2 = (d+r)^2 + r^2 - 2(d+r) \cdot r \cdot \cos\beta$

$l^2 - (d+r)^2 - r^2 = -2(d+r) r \cos\beta$

$l^2 - d^2 - 2dr - r^2 - r^2 = -2(d+r) r \cdot \cos\beta$

$\cos\beta = \frac{d^2 + 2dr + r^2 + r^2 - l^2}{2r(d+r)}$

$N = mg \frac{d^2 + 2dr + 2r^2 - l^2}{2r(d+r)}$

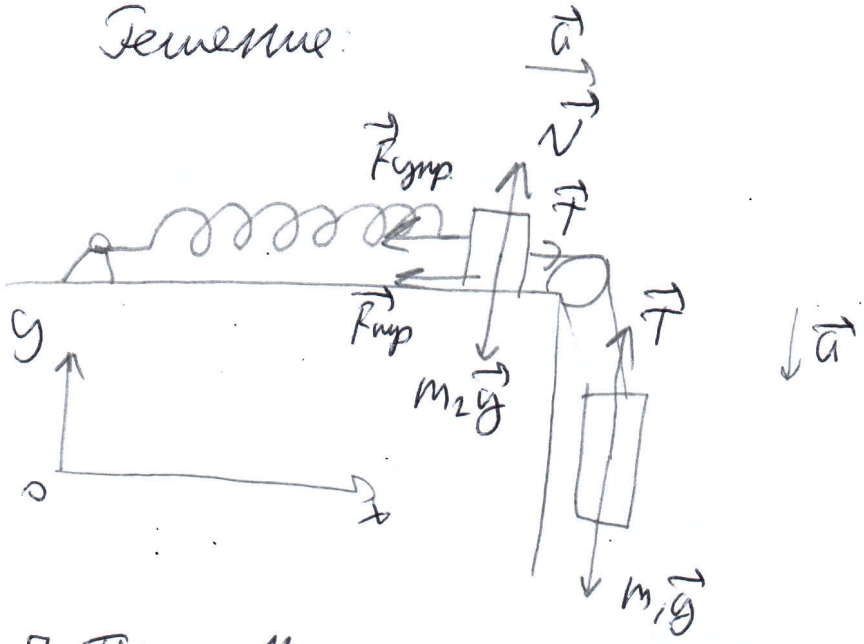
4

№2

Дано:
$m_1 = 1$ кг.
$m_2 = 2$ кг
$k = 20$ Н/м
$v_0 = 0$
$v_m = 0{,}5$ м/с
$g = 10$ м/с$^2$

$\mu$ – ?

Решение:




По II з-ну Ньютона:

$$\begin{cases} Ox: T - F_{упр.} - F_{тр} = m_2 a \\ Oy: N = m_2 g \\ O(y): T - m_1 g = -m_1 a \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} T - kx - \mu m_2 g = m_2 a \\ T = m_1(g - a) \end{cases}$$

Максимальная скорость достигнется при $a = 0$; т.к. брусок „перетянет" натяжение, тогда

$T = F_{упр} + F_{тр}$

$$\begin{cases} T = kx + \mu m_2 g \\ T = m_1 g \end{cases} \Rightarrow m_1 g = kx + \mu m_2 g$$

$kx = m_1 g - \mu m_2 g$

$x = \dfrac{g(m_1 - \mu m_2)}{k}$

Пусть $x$ - наше отклонение за положение равновесия, тогда $x$ - наше отклонение, т.е. амплитуда колебаний.

$$\vartheta = A\omega = x \cdot \omega = \frac{\omega g(m_1 - \mu m_2)}{k}$$

$$\omega = \frac{\vartheta k}{g(m_1 - \mu m_2)}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T};$$

$$t = \frac{T}{4} \Rightarrow T = 4t \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{4t} = \frac{\pi}{2t}$$

6

$$\frac{\pi}{2t} = \frac{\vartheta k}{g(m_1 - \mu m_2)} \Rightarrow t = \frac{\pi g(m_1 - \mu m_2)}{2\vartheta k}$$

$$a = \vartheta \cdot \omega = \vartheta \cdot \frac{\pi}{2t} = \frac{\vartheta \pi \vartheta k}{2\pi g(m_1 - \mu m_2)} =$$

$$= \frac{\vartheta^2 k}{g(m_1 - \mu m_2)}$$

$$m_1(g - a) - g(m_1 - \mu m_2) - \mu m_2 g = m_1 \frac{\vartheta^2 k}{g(m_1 - \mu m_2)}$$

$$m_1(g - a) - m_1 g + \mu m_2 g - \mu m_2 g = m_2 \frac{\vartheta^2 k}{g(m_1 - \mu m_2)}$$

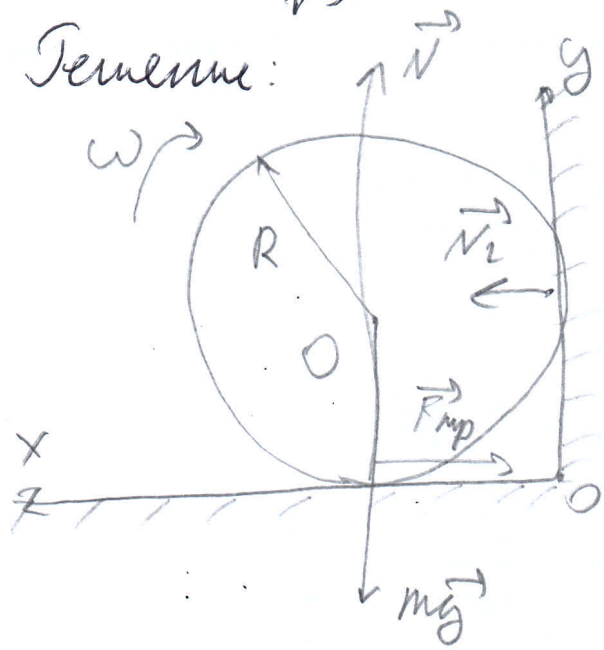
$$m_1 g - m_1 a - m_1 g = m_2 \frac{\vartheta^2 k}{g(m_1 - \mu m_2)}$$

№3

Дано:
$m$
$R$
$\omega_0$
$\mu$

$N$ – ?

Решение:




$I\vec{\varepsilon} = \vec{M}$

$M = -F_{тр} \cdot R$

$I \cdot \varepsilon = -F_{тр} \cdot R$

$I = \frac{mR^2}{2}$

$\frac{mR^2}{2} \varepsilon = -F_{тр} \cdot R$

Oy: $N = mg \Rightarrow F_{тр} = \mu \cdot mg$

$\frac{mR^2}{2} \cdot \varepsilon = -\mu mg \cdot R$

$\frac{\varepsilon R}{2} = -\mu g \Rightarrow \varepsilon = -\frac{2\mu g}{R}$

$\varepsilon = \frac{\omega_0 - 0}{t} = \frac{\omega_0}{t} \Rightarrow -\frac{2\mu g}{R} = -\frac{\omega_0}{t} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{2\mu g}{R} = \frac{\omega_0}{t} \Rightarrow t = \frac{\omega_0 R}{2\mu g}$

$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$

$\varphi = \omega_0 \cdot \frac{\omega_0 R}{2\mu g} - \frac{2\mu g \cdot \omega_0^2 R^2}{R \cdot 2 \cdot 4\mu^2 g^2} = \frac{\omega_0^2 R}{2\mu g} - \frac{\omega_0^2 R}{4\mu g} =$

$= \frac{\omega_0^2 R}{4\mu g}$; $\varphi = 2\pi \cdot N \Rightarrow N = \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{\omega_0^2 R}{8\mu g \pi}$

20

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Шифр 520007

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 11

№5.

Дано:

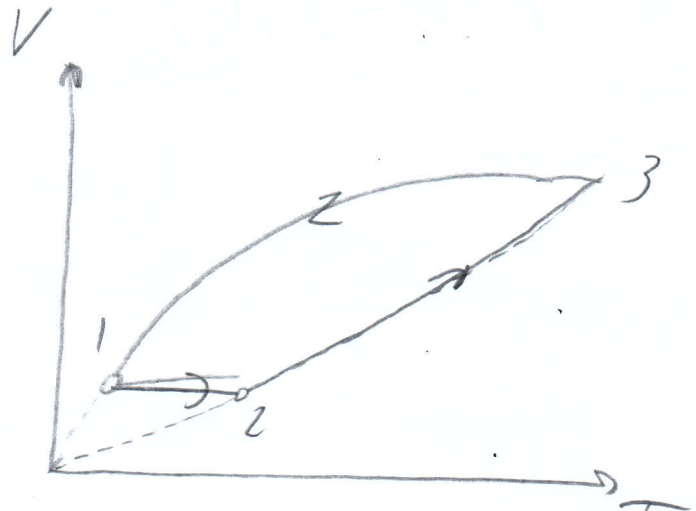
$i = 3$

$V = \alpha\sqrt{T}$

$\frac{T_3}{T_1} = 4$

$\eta - ?$

Решение:




$V = \alpha\sqrt{T}$; $pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R}$

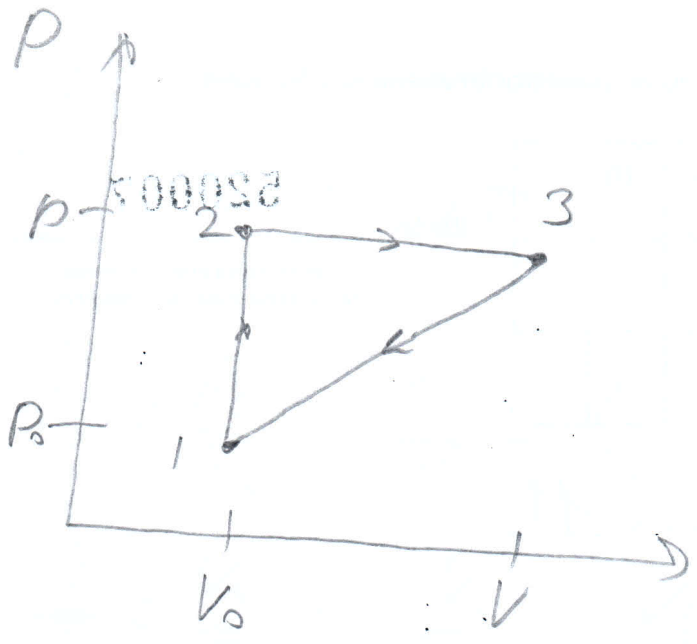
$\left(\frac{V}{\alpha}\right)^2 = \frac{pV}{\nu R} \Rightarrow \frac{V^2}{\alpha^2} = \frac{pV}{\nu R} \Rightarrow p = \frac{\nu R V}{\alpha^2}$,

значит 3–1 – линейная ф-ция.

2–3 проходит через начало координат, значит

2–3 – изобара.

Перестроим в $P(V)$




$$\eta = \frac{A_n}{Q_3} \cdot 100\%$$

$$A_n = A_{12} + A_{23} + A_{31} =$$

$$= \frac{1}{2}(P - P_0)(V - V_0)$$

$$A = \frac{1}{2}(P_3V_3 - P_2V_2 - P_0V_3 + P_1V_1)$$

$$\frac{V}{\sqrt{T}} = \alpha \Rightarrow \frac{V}{\sqrt{T}} = \text{const}$$

$$\frac{V^2}{T} = \text{const}$$

$$\frac{V_3^2}{T_3} = \frac{V_1^2}{T_1}$$

$$\left(\frac{V_3}{V_1}\right)^2 = \frac{T_3}{T_1} \Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = \sqrt{4} = 2$$

$$V_3 = 2V_1$$

$$A = \frac{1}{2}(P_3V_3 - P_2V_2 - P_1 \cdot 2V_1 + P_1V_1) =$$

$$= \frac{1}{2}(P_3V_3 - P_2V_2 - P_1V_1) = \frac{\nu R}{2}(T_3 - T_2 - T_1)$$

$Q_3 = Q_{12} + Q_{23} =$

$Q = A + \Delta U$

$Q_{12} = A + \Delta U = \Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$

$Q_{23} = A + \Delta U = p(V_3 - V_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) = \frac{3}{2}\nu RT - \frac{3}{2}\nu RT_2 =$

$= \frac{3}{2}(pV - p_2V_2)$

$Q_{23} = p(V_3 - V_2) + \frac{3}{2}(p_3V_3 - p_2V_2) =$

$= p_3V_3 - p_2V_1 + \frac{3}{2}p_3V_3 - \frac{3}{2}p_2V_2 =$

$= \frac{5}{2}p_3V_3 - \frac{5}{2}p_2V_2 = \frac{5}{2}(p_3V_3 - p_2V_2) =$

$= \frac{5\nu R}{2}(T_3 - T_2)$

$Q_3 = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{5\nu R}{2}(T_3 - T_2) =$

$= \frac{\nu R}{2}(3(T_2 - T_1) + 5(T_3 - T_2)) =$

$= \frac{\nu R}{2}(5T_3 - 2T_2 - 3T_1)$

$\eta = \frac{\frac{\nu R}{2}(T_3 - T_2 - T_1)}{\frac{\nu R}{2}(5T_3 - 2T_2 - 3T_1)} = \frac{T_3 - T_2 - T_1}{5T_3 - 2T_2 - 3T_1} =$

$= \frac{\frac{1}{T_1}(T_3 - T_2 - T_1)}{\frac{1}{T_1}(5T_3 - 2T_2 - 3T_1)} = \frac{4 - \frac{T_2}{T_1} - 1}{20 - 2\frac{T_2}{T_1} - 3} =$

$= \frac{3 - \frac{T_2}{T_1}}{17 - 2\frac{T_2}{T_1}}$

$\frac{V_3}{V_1} = 2 \Rightarrow V_3 = 2V_1$

$\frac{T_3}{T_1} = 4 \Rightarrow T_3 = 4T_1$

$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2}$

$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$ / $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{4T_1} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_3}{4V_2}$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2V_1}{4 \cdot V_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 2$

10

$\eta = \frac{3-2}{17-2 \cdot 2} = \frac{1}{17-4} = \frac{1}{13} \approx 0,0769$

$\eta = 7,69\% \approx 7,7\%$

N4

Dans:

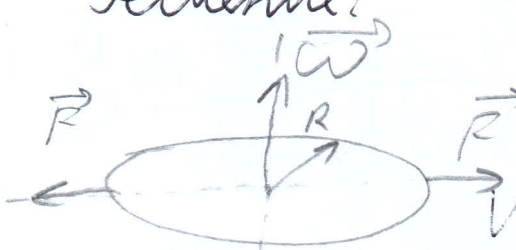
$R$

$\rho$

$\sigma_m$

$\omega_m = ?$

Tension:




$\sigma = \frac{2F}{S}$

$W = \frac{I\omega^2}{2} + \frac{mv^2}{2} =$

$= \frac{I\omega^2}{2}$, $I = mR^2$

$W = \frac{mR^2\omega^2}{2}$

$\rho = \frac{m}{V}$; $V = S \cdot h$

$m = \rho \cdot S \cdot h$

$v = \sqrt{\frac{\sigma R}{2\rho h}}$

0

$F = \frac{\sigma_m \cdot S}{2}$

$\frac{\sigma_m \cdot S}{2} = m\frac{v^2}{R}$ $\frac{\sigma_m \cdot S}{2} = \rho S h \cdot \frac{v^2}{R}$, $\frac{\sigma R^2}{2\rho h}$