есто для
кобы

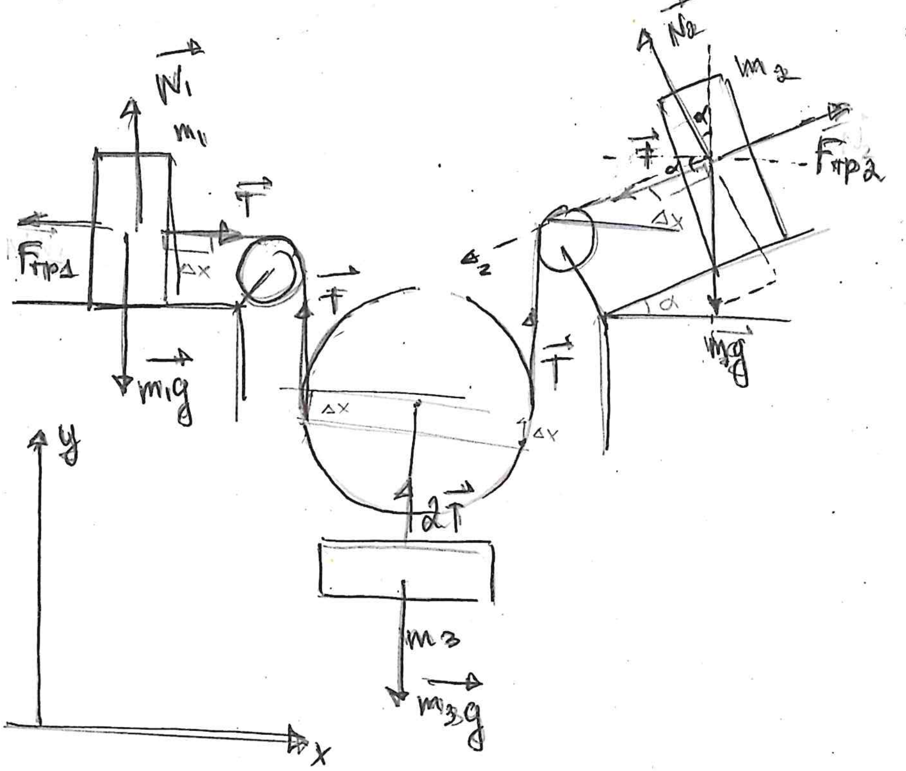
1	2	3	4	5	Σ
17	9	12	20	7	65

Шифр 08297

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
65	14.03	Абдрашитов ИВ	[illegible]

№2



1) Равновесие. μ – ?

I закон Ньютона на

1) Ox: $T = \mu N_1$

Oy: $m_1 g = N_1$

2) Oy $m_3 g = 2T$

$\Downarrow$

$T = \frac{m_3}{2} g$

Из (1):

$\mu = \frac{T}{m_1 g} =$

$\mu = \frac{m_3}{2m_1}$

2) $N_2 \cos\alpha = m_2 g$

$\Downarrow$

$N_2 = \frac{m_2}{\cos\alpha} g$

Ox: ~~$T\cos\alpha = \mu$~~

$T\cos\alpha + N\sin\alpha = \mu N_2 \cos\alpha$

I закон Ньютона:

1) Ox: $F_{тр1} = T$

Oy: $N_1 = m_1 g$

2) Ox: $T\cos\alpha + N_2 \sin\alpha = F_{тр2}\cos\alpha$

Oy: $N_2 \cos\alpha = m_2 g \Rightarrow N_2 \operatorname{tg}\alpha = m_2 g \frac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha} = m_2 g \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\cos\alpha} \Rightarrow$

$N_2 = m_2 g \frac{1}{\cos\alpha}$

3) Oy: $2T = m_3 g \Rightarrow T = \frac{m_3}{2} g$

$\left(F_{тр1} = \frac{m_3}{2} g\right) \leq (N_1 \mu = m_1 g \mu) \Rightarrow \boxed{\frac{m_3}{2} \leq m_1 \mu}$ (1) К1,2,3 4б

$F_{тр2}\left(= T + N_2 \operatorname{tg}\alpha = \frac{m_3}{2} g + m_2 g \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\cos\alpha}\right) \leq N_2 \mu = \left(\frac{m_2 g \mu}{\cos\alpha}\right)$

$\Downarrow$

$\boxed{\frac{m_3}{2} + m_2 \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\cos\alpha} \leq \frac{m_2}{\cos\alpha}\mu}$ (2) К4 2б

Ещё из кин. связи:

4) $a_1 = a_2 = a_3 = a$ X

08297

1) ~~$m_1 a_1$~~ 1) $m_1 a = T$

2) $m_2 a = T + m_2 g \sin\alpha$ К 6, 7, 8 3Б

3) $m_3 a = m_3 g - 2T$

$m_3 a = m_3 g - \cancel{m_1 a_1}\, 2 m_1 a_1$

$a(m_3 + 2m_1) = m_3 g$

$\boxed{a = \frac{m_3}{m_3 + 2m_1} g}$

Место для скобы

Шифр 08297

Из (1) $\mu \geq \frac{m_3}{2m_1}$

Из (2) $\mu \geq \frac{m_3}{2m_2}\cos\alpha + \operatorname{tg}\alpha$

т.е. 2 варианта

1-ый: $\frac{m_3}{2m_1} \geq \frac{m_3}{2m_2}\cos\alpha + \operatorname{tg}\alpha$, тогда $\mu \geq \frac{m_3}{2m_2}\cos\alpha + \operatorname{tg}\alpha$

2-ой: $\frac{m_3}{2m_1} < \frac{m_3}{2m_2}\cos\alpha + \operatorname{tg}\alpha$, тогда $\mu \geq \frac{m_3}{2m_1}$

Пункт 2.

1) IIой закон Ньютона:

1) $m_1\vec{a}_1 = \vec{T}$ $(m_1 a_x = m_1 a_1 = T)$

2) $m_2 a_{2x} = T + m_2 g\sin\alpha = m_2 a_2$

3) $m_3 a_{3y} = m_3 g - 2T = m_3 a_3$

4) ЗСЭ: $\cancel{m_3 g \Delta x_3 + m_2 g \Delta x_2}$ $m_3 g\Delta y_3 + m_2 g\Delta y_2 = \frac{m_1 a_1^2 \Delta t^2}{2} +$

$+ \frac{m_2 a_2^2 \Delta t^2}{2} + \frac{m_3 a_3^2 \Delta t^2}{2}$ $\qquad \Delta y_3 = \frac{a_3 \Delta t^2}{2}$ $\quad \Delta y_2 = \frac{a_2\Delta t^2}{2}\sin\alpha$

$\Updownarrow$

$$m_3 g \frac{a_3}{\cancel{2}} \cancel{\sin\alpha} + m_2 g \frac{a_2}{\cancel{2}}\sin\alpha = \frac{m_1 a_1^2}{\cancel{2}} + \frac{m_2 a_2^2}{\cancel{2}} + \frac{m_3 a_3^2}{\cancel{2}}$$

$$\begin{cases} m_1 a_1 = T \\ m_2 a_2 = T + m_2 g\sin\alpha \\ m_3 a_3 = m_3 g - 2T \\ m_3 g a_3 + m_2 g a_2 \sin\alpha = m_1 a_1^2 + m_2 a_2^2 + m_3 a_3^2 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ $m_2 a_2 = m_1 a_1 + m_2 g \sin\alpha$

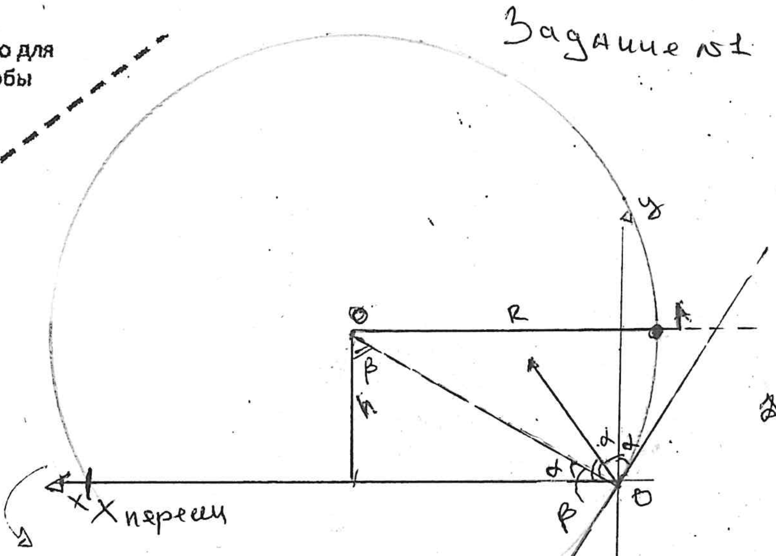
$m_3 a_3 = m_3 g - 2 m_1 a_1$

$$\boxed{\begin{aligned} a_2 &= \frac{m_1}{m_2} a_1 + g\sin\alpha \\ a_3 &= g - 2\frac{m_1}{m_2} a_1 \end{aligned}}$$

Место для скобы

Задание №1

Шифр 08297



1) т.к A упругий, угол падения шарика, будет равен углу, под которым от отскочит.

2) ЗСЭ: $mgh = \frac{mv^2}{2}$

$\Downarrow$

$v = \sqrt{2gh}$ K1

$\cos\beta = \frac{h}{R}$ $\sin\beta = \frac{\sqrt{R^2-h^2}}{R}$ K2

Так как A закреплён нитью, его координата, не будет выходить за окружность O.

$\Downarrow$ Начальная точка падения шара A — точка пересечения окружности O с осью OX.

$x(t) = v\cos\beta t$

$y(t) = v\sin\beta t - \frac{gt^2}{2}$

1) $t(y_{max}) \Rightarrow v_y(t) = v\sin\beta - gt$

$t_{ymax} = \frac{v}{g}\sin\beta$

$t_{полн} = \frac{2v}{g}\sin\beta$

$L_{\text{полн}} = 2\frac{v^2}{g}\sin\beta\cos\beta$

$\boxed{L_{\text{полн}} = \frac{4h^2}{R^2}\sqrt{R^2-h^2}}$ K3

$x_{перес} = 2\sqrt{R^2-h^2}$

Сравним: $\frac{4h^2}{R^2}\sqrt{R^2-h^2} \geq 2\sqrt{R^2-h^2}$ $\Big| : \sqrt{R^2-h^2} > 0$

Чтобы L была максимаьной, $2\sqrt{R^2-h^2} = 1$, $h^2 \to min$, но шарик должен долететь до $x_{перес}$.

$\frac{4h^2}{R^2} \geq 2$

$\frac{2h^2}{R^2} \geq 1$

$h^2_{min} = \frac{R^2}{2}$

K4,5,6

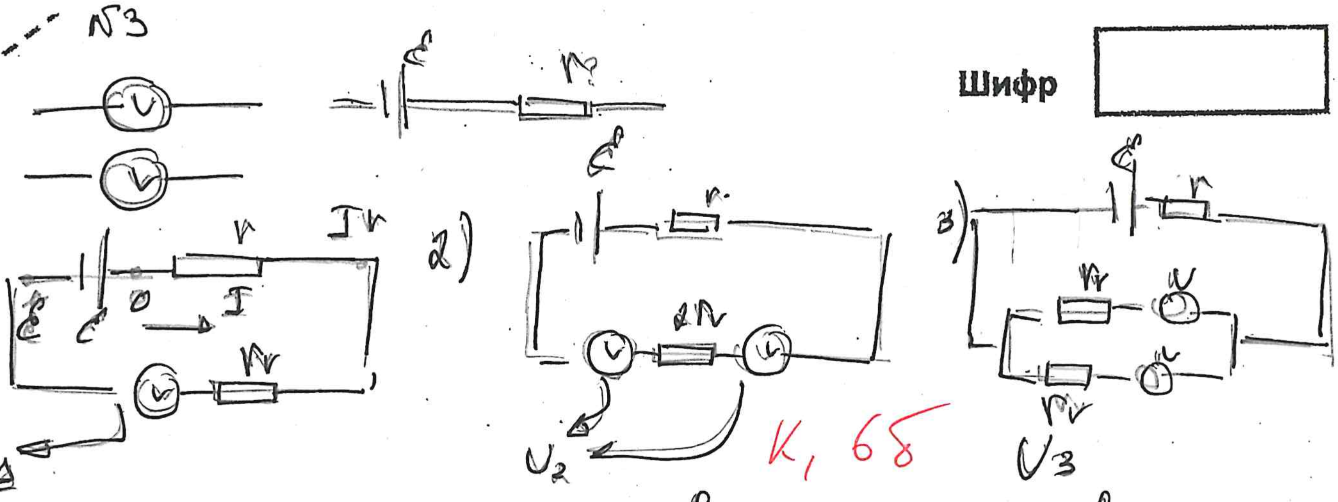
$L_{max} = 2\sqrt{\frac{R^2}{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}}R = \sqrt{2}R$

Ответ: $\sqrt{2}R$

Место для скобы

№3

Шифр



K, 6б

1) $I=\frac{\mathcal{E}}{r+r_v}$ $U_1=\mathcal{E}-\frac{\mathcal{E}r}{r+r_v}$

2) $I=\frac{\mathcal{E}}{r+2r_v}$

$U_2=\mathcal{E}-\frac{\mathcal{E}r}{r+2r_v}$

3) $I=\frac{\mathcal{E}}{r+0{,}5r_v}$

$U_3=\mathcal{E}-\frac{\mathcal{E}r}{r+0{,}5r_v}$

$$\begin{cases} U_1=\mathcal{E}\left(1-\frac{r}{r+r_v}\right)=\mathcal{E}\frac{r_v}{r+r_v} \\ U_2=\mathcal{E}\left(1-\frac{r}{r+2r_v}\right)=\mathcal{E}\frac{2r_v}{r+2r_v} \\ U_3=\mathcal{E}\left(1-\frac{r}{r+0{,}5r_v}\right)=\mathcal{E}\frac{0{,}5r_v}{r+0{,}5r_v} \end{cases}$$

K 3, 4, 5 6б

$$\frac{U_2}{U_3}=\frac{2r_v\,(r+0{,}5r_v)}{(r+2r_v)\,0{,}5r_v}$$

$$\frac{U_2}{U_3}=4\,\frac{r+0{,}5r_v}{r+2r_v}$$

$$4U_3r+2U_3r_v=U_2r+2U_2r_v$$

$$r(4U_3-U_2)=r_v(2U_2-2U_3)$$

$$r=\frac{2(U_2-U_3)}{4U_3-U_2}r_v$$

$$r+r_v=\frac{2U_2-U_3+4U_3-U_2}{4U_3-U_2}r_v=\frac{U_2+3U_3}{4U_3-U_2}r_v$$

1) $U_1=\mathcal{E}\frac{4U_3-U_2}{U_2+3U_3} \Rightarrow \boxed{\mathcal{E}=\frac{U_2+3U_3}{4U_3-U_2}U_1}$

X

Пункт 2 Если считать V идеальными, т.е $r_v=\infty$

1) $I=0$ 2) $I=0$ 3) $I=0$

$U_1=\mathcal{E}$ $U_2=\mathcal{E}$ $U_3=\mathcal{E}$

т.е $U_1=U_2=U_3$ при идеальных вольтметрах X

Место для скобы

Шифр

Или, чтобы в рамках данной задачи вольтметры можно было считать идеальными:

$r_V \gg r \quad I_1 = \frac{\mathcal{E}}{r_V} \Rightarrow U_2 = \mathcal{E}\left(1 - \frac{r}{r_V}\right)$

1) $\cancel{I = \mathcal{E}}$ $U_1 = \mathcal{E}\left(1 - \frac{r}{r + r_V}\right)$

2) $U_2 = \mathcal{E}\left(1 + \frac{r}{r + 2r_V}\right)$ $\left(I_2 = \frac{\mathcal{E}}{2r_V}\right) \Rightarrow U_2 = \mathcal{E} + \frac{\mathcal{E} r}{2r_V} = \mathcal{E}\left(1 + \frac{r}{2r_V}\right)$

3) $U_3 = \mathcal{E}\left(1 - \frac{r}{0{,}5 r_V}\right)$

$\boxed{U_1 = \mathcal{E}\,\frac{r_V - \cancel{r}}{r_V}}$ $\boxed{U_2 = \mathcal{E}\,\frac{2r_V - \cancel{r}}{2r_V}}$ ~~Если подставить~~ $\mathcal{E}$:

$\cancel{U_1 = \frac{U_2 + 3U_3}{4U_3 - U_2} U_1 \quad \frac{r_V - r}{r_V}}$

$\boxed{U_3 = \mathcal{E}\,\frac{0{,}5 r_V - \cancel{r}}{0{,}5 r_V}}$ $r \ll r_V \Rightarrow \boxed{U_1 = U_2 = U_3}$

Место для скобы

№4

$i = 3$ $\quad V = \alpha\sqrt{T} \Rightarrow T = \frac{V^2}{\alpha^2}$

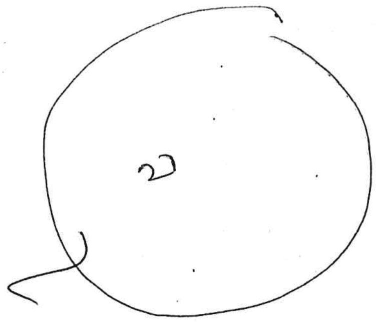
Шифр

1) $Q - ?$

2) η

3) $\langle C \rangle - ?$

4) $\langle C \rangle - const\ ?$



$T_1 \to T_2$

$T_2 > T_1$

$pV = \nu RT \qquad V_1 = \alpha\sqrt{T_1}$

$p_1 = \nu R \frac{T_1}{V_1} = \nu R \frac{T_1}{\alpha\sqrt{T_1}} = \frac{\nu R}{\alpha}\frac{T_1}{\sqrt{T_1}}$

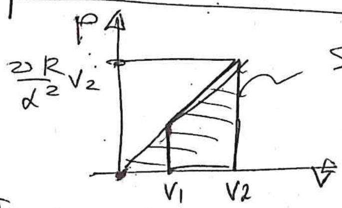
$\Downarrow$

$\boxed{p = \nu R \frac{V^2}{\alpha^2 V} = \frac{\nu R}{\alpha^2} V}$ ✓

1) $Q = \Delta A + \Delta U$

$\Delta A = \int\limits_{V=V_1}^{V=V_2} p\,dV =$

$= \frac{1}{2}\frac{\nu R}{\alpha^2}(V_2^2 - V_1^2)$



$S_2 = \frac{1}{2}\frac{\nu R}{\alpha^2}V_2^2$

$S_1 = \frac{1}{2}\frac{\nu R}{\alpha^2}V_1^2$

$\Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T \qquad \Delta T = T_2 - T_1$

$V^2 = \alpha^2 T$

$\Downarrow$

$Q = \frac{\nu R}{2\alpha^2}(V_2^2 - V_1^2) + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{\nu R}{2\cancel{\alpha^2}}(\cancel{\alpha^2}T_2 - \cancel{\alpha^2}T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$ ✓

$= \frac{\nu R}{2}(T_2 - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \boxed{2\nu R(T_2 - T_1) = Q}$ ✓

2) $\eta = \frac{A}{Q} = \frac{\nu R(T_2 - T_1)}{2 \cdot 2\nu R(T_2 - T_1)} = \frac{1}{4} = 0{,}25$

$A = \frac{\nu R}{2\alpha^2}(V_2^2 - V_1^2) = \frac{\nu R}{2}(T_2 - T_1)$ $\qquad \boxed{\eta = 0{,}25}$ ✓

3) $\langle C \rangle = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{2\nu R(T_2 - T_1)}{T_2 - T_1} = \boxed{2\nu R = \langle C \rangle}$ ✓

4) $\frac{\Delta Q}{\Delta T} - const\ ? = \frac{dQ}{dT}$

$V = \alpha T^{\frac{1}{2}}$

$dV = \alpha\frac{1}{2}T^{-1/2}dT$

$\Delta Q = \Delta A + \Delta U \qquad dQ = dA + dU$

$dV = \frac{\alpha}{2\sqrt{T}}dT$

$dA = (p(V))'dV = \frac{\nu R V}{\alpha^2}dV \qquad dU = \frac{3}{2}\nu R dT$

$dQ = \frac{\nu R\cancel{\alpha}\sqrt{T}}{\cancel{\alpha^2}} \cdot \frac{\alpha}{2\sqrt{T}}dT + \frac{3}{2}\nu R dT$

$A = \int(p(V))$

ɛсто для
:кобы

Шифр

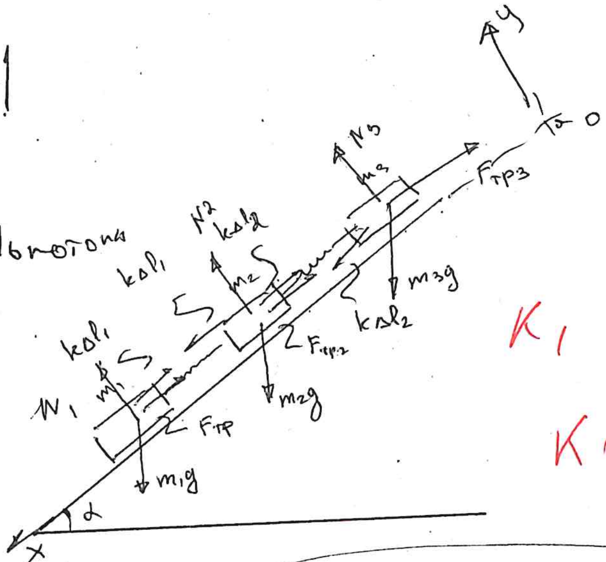
Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри

$$dQ = \frac{2\nu R}{2} dT + \frac{3}{2}\nu R dT = 2\nu R dT$$

$$\boxed{\frac{dQ}{dT} = const = 2\nu R}$$

№5



Запишем II закон Ньютона

К, 3б

К 5,6,7,8 4б

1) $m_1 g \cos\alpha = N_1$

$m_2 g \cos\alpha = N_2$

$m_3 g \cos\alpha = N_3$

1) $m_1 g \sin\alpha = F_{тр1} + k\Delta l_1$

2) $m_2 g \sin\alpha + k\Delta l_1 = k\Delta l_2 + F_{упр2}$

3) $m_3 g \sin\alpha + k\Delta l_2 = F_{упр3}$

$-2m_1 g\sin\alpha \le F_{упр1} \le 2m_1 g \sin\alpha$

$-2m_2 g\sin\alpha \le F_{упр2} \le 2m_2 g \sin\alpha$

$-2m_3 g\sin\alpha \le F_{упр3} \le 2m_3 g \sin\alpha$

в теории, мы предполагаем, что $F_{тр}$ силы трения могут быть направлены и вниз по горе.

Разделим систему на $g\sin\alpha$, и обозначим $\frac{k}{g\sin\alpha}\Delta l_1 = x_1$

$\frac{k}{g\sin\alpha}\Delta l_2 = x_2$; $\frac{F_{тр1}}{g\sin\alpha} = F_1$ и т.д.

Получаем:

$-2m_n \le F_n \le 2m_n$

1) ~~$k\Delta l_1 + F_{тр1}$~~ $m_1 = F_1 + x_1$

2) $m_2 + x_1 = x_2 + F_2$

3) $m_3 + x_2 = F_3$

m_1, m_2, m_3 выбираются из m, ~~1~~ $2m$, $3m$

$$\begin{cases} x_1 = m_1 - F_1 \\ x_2 = x_1 + m_2 - F_2 \\ x_2 = F_3 - m_3 \end{cases}$$

$x_1 + m_2 - F_2 = F_3 - m_3$

3 2 2 6 3