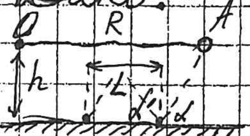
1 / 2 / 3 / 4 / 5 / Σ
13 / 0 / 12 / 11 / 0 / 36

Шифр 08615

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
36	14,03	Абдрахимов ИВ	

Дано:

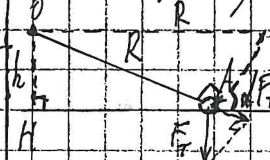


h; R

L_{max}; $\frac{h}{R}$ — ?

Решение: №1.

1) во время перв. пад. нить буд. натян. т.к. проекц. $F_{тяж.}$ на OA её растяг., а др. внеш. сил нет:



найдём α (угол падения) ($\angle A_0AH'$): $\angle A_0AH' = \angle OA_0A$ т.к. накр. леж. при $OA_0 \parallel HA$

ΔAOH и ΔOA_0A:

- $\angle H = \angle OAA_0 = 90^\circ$
- $OA = OA_0 = R$ (нить натян.)
- $\angle OAH = \angle AOA_0$ (накр. леж. при $OA_0 \parallel HA$)

$\Delta AOH = \Delta OA_0A \Rightarrow$
$\Rightarrow \angle HOA = \angle A_0 = \alpha$, но $\angle HOA = \arccos\left(\frac{h}{R}\right)$ K2 2б

$\alpha = \arccos\left(\frac{h}{R}\right)$ 2) ЗСЭ для ш.: $\frac{mv_1^2}{2} = mgh \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh}$ K1 2б

3) уг. пад. рав. углу отраж. $\Rightarrow \alpha' = \alpha = \arccos\left(\frac{h}{R}\right)$, дальн. полёта $L = \frac{2v^2 \sin(\alpha)\cos(\alpha)}{g} = \frac{2\cdot 2gh\cdot h\sqrt{R^2-h^2}}{g\cdot R\cdot R} = 4\frac{h^2\sqrt{R^2-h^2}}{R^2}$ K3 6б

максимума эта функц. достиг. при $\frac{h}{R} \approx 0,82$; как

но L не мож. б. больше, чем $2\cdot HA$ (макс. возм. расст. меж шар., кас. поверх.) $\Rightarrow L \le \sqrt{R^2-h^2} \Leftrightarrow 4\frac{h^2}{R^2} \le 1 \Rightarrow \frac{h}{R} \le \frac{1}{2}$, K4 3б

а $0,82 > \frac{1}{2} \Rightarrow L_{max}$ при $\frac{h}{R} = \frac{1}{2}$ (до достиж. макс. функция возраст. $\rightarrow$ при больш. $\frac{h}{R}$ больш. L);

$L_{max} = R\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^2\cdot 4\cdot\sqrt{1-\left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{1}{2}R\sqrt{3}$ ✗

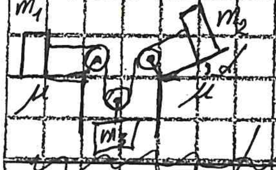
Ответы: $\frac{h}{R} = 0,5$; $L_{max} = \frac{1}{2}R\sqrt{3}$.

скобы

Шифр 08615

Дано: / Решение: №2

Дано:



m_1; m_2; m_3; α

1) $a_1 = a_2 = a_3 = 0$

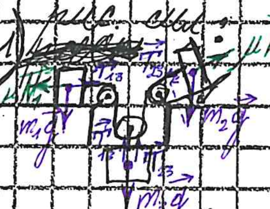
2) $\mu = 0$

1) μ; T_{13}; T_{23} - ?

2) a_1; a_2; a_3 - ?

Решение: №2

1) рис. см.



23Н для Σ сил, действ на 3-й груз по верт оси: ($a_3 = 0$)

$m_3 g - T_{13} - T_{23} = 0$

$m_3 g - \mu N_1 - (\mu N_2 - m_2 g \sin\alpha) = 0$

$m_3 g - \mu m_1 g - \mu m_2 g \cos\alpha + m_2 g \sin\alpha = 0$

$\mu = \frac{m_3 + m_2 \sin\alpha}{m_1 + m_2 \cos\alpha}$

$T_{13} = \mu N_1 = \frac{m_1 g (m_3 + m_2 \sin\alpha)}{m_1 + m_2 \cos\alpha}$

$T_{23} = \mu N_2 - m_2 g \sin\alpha = \frac{m_2 g (m_3 + m_2 \sin\alpha)\cos\alpha}{m_1 + m_2 \cos\alpha} - m_2 g \sin\alpha$

2) $F_{тяж_3}$ не изм => T_{13} и T_{23} не изм. =>

0

• $a_1 = \frac{T_{13}}{m_1} = g\frac{m_3 + m_2 \sin\alpha}{m_1 + m_2 \cos\alpha}$

• $a_2 = \frac{T_{23}}{m_2} = g\left(\frac{(m_3 + m_2 \sin\alpha)\cdot\cos\alpha}{m_1 + m_2 \cos\alpha} - \sin\alpha\right)$

• груз 3 движ под действ только под действ $F_{тяж}$ => $a_3 = g$

Ответы: $\mu = \frac{m_3 + m_2 \sin\alpha}{m_1 + m_2 \sin\alpha}$; $T_{13} = \frac{m_1 g (m_3 + m_2 \sin\alpha)}{m_1 + m_2 \cos\alpha}$; $T_{23} = \frac{m_2 g (m_3 + m_2 \sin\alpha)\cos\alpha}{m_1 + m_2 \cos\alpha} - m_2 g \sin\alpha$;
$a_1 = g\frac{m_3 + m_2 \sin\alpha}{m_1 + m_2 \sin\alpha}$; $a_2 = g\left(\frac{(m_3 + m_2 \sin\alpha)\cdot\cos\alpha}{m_1 + m_2 \cos\alpha} - \sin\alpha\right)$; $a_3 = g$.

Дано: / Решение: №3

Дано:

U_1; U_2; U_3

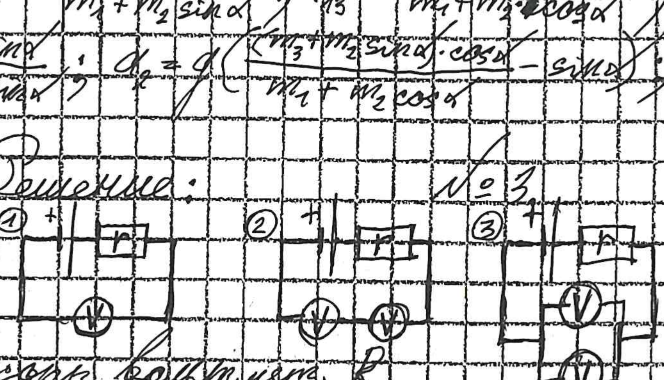
нарис. схемы

$\mathcal{E}$ - ?

как связ. U_1; U_2 и U_3?

Решение: №3

1)



сопр. вольтмет. R

2) найдем $R_э$:

• $R_{э_1} = r + R$ (посл. соед.)

• $R_{э_2} = r + 2R$ (посл. соед.)

• $R_{э(V)_3} = \frac{R}{2}$ (парал. соед.)

$R_{э_3} = r + \frac{R}{2}$ (посл. соед.)

3) найдем токи через сеть:

$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{r+R}$ $\quad I_2 = \frac{\mathcal{E}}{r+2R}$ $\quad I_3 = \frac{\mathcal{E}}{r+0{,}5R}$

$U_1 = I_1 R = \mathcal{E}\cdot\frac{R}{r+R}$ $\quad U_2 = I_2 R = \mathcal{E}\frac{R}{r+2R}$ $\quad U_3 = I_3 \cdot R_{3(V)} = \mathcal{E}\frac{R}{2r+R}$

K1 6б

$r = R\cdot\frac{\mathcal{E}+U_1}{U_1}$ $\Rightarrow U_2 = R\frac{\mathcal{E}}{R(3+\frac{\mathcal{E}}{U_1})} \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{3U_2U_1}{U_1-U_2}$; $\frac{3U_2U_1}{U_1-U_2} = \frac{3U_1U_3}{U_1-2U_3}$

K2, K4, K5

2+2?

(3) $\Rightarrow U_3 = R\cdot\frac{\mathcal{E}}{R(3+2\frac{\mathcal{E}}{U_1})} \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{3U_1U_3}{U_1-2U_3}$

$U_1U_2 = U_1U_3 + U_2U_3$ — соотн. для ид (по усл задачи) вольтмет

Ответы: $\mathcal{E} = \frac{3U_1U_2}{U_1-U_2}$; $U_1U_2 = U_1U_3 + U_2U_3$.

Дано:

$\nu;\ T_1^\circ;\ T_2^\circ;\ \alpha$

$V = \alpha\sqrt{T^\circ}$

$Q;\ \eta;\ C_{cp} - ?$

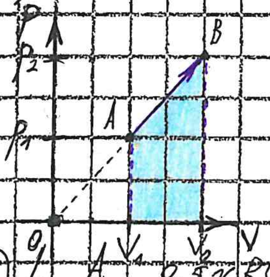
C ② const

Решение: №4.

1) $p(T^\circ) = \frac{\nu R T^\circ}{V} = \frac{\nu R T^\circ}{\alpha\sqrt{T^\circ}} = \frac{\nu R}{\alpha}\sqrt{T^\circ} \Rightarrow p_1 = \frac{\nu R}{\alpha}\sqrt{T_1^\circ};\ p_2 = \frac{\nu R}{\alpha}\sqrt{T_2^\circ}$

К 2 2б

2) $p(V) = \frac{\nu R T^\circ}{V} = \frac{\nu R V^2}{\alpha^2 V} = \frac{\nu R}{\alpha^2}V = kV$ т.е. $p(V)$ – лин. завис.



$A = S_{ABV_2V_1} = S_{OBV_2} - S_{OAV_1} = \frac{V_2 p_2}{2} - \frac{V_1 p_1}{2} = \frac{\nu R\sqrt{T_2^\circ}\cdot\alpha\sqrt{T_2^\circ}}{2\alpha} - \frac{\nu R\sqrt{T_1^\circ}\cdot\alpha\sqrt{T_1^\circ}}{2\alpha} = \frac{1}{2}\nu R(T_2^\circ - T_1^\circ)$

К 3 2б

К 1 3б

$2 = \frac{1}{2} + \frac{3}{2}$

$Q = A + \Delta U = \frac{1}{2}\nu R(T_2^\circ - T_1^\circ) + \frac{3}{2}\nu R(T_2^\circ - T_1^\circ) = \underline{\underline{4\nu R(T_2^\circ - T_1^\circ)}}$

3) $\eta = \frac{A}{Q} = \frac{0{,}5\,\nu R(T_2^\circ - T_1^\circ)}{\underline{\underline{2}}\,\nu R(T_2^\circ - T_1^\circ)} = 0{,}25 = 25\%$

К 6 3б

4) $C_{cp} = \frac{Q}{T_2^\circ - T_1^\circ} = 4\nu R = const$ ($\nu = const$ и $R = const$)

Ответы: $Q = 4\nu R(T_2^\circ - T_1^\circ)$; $\eta = 25\%$; $C = 4\nu R = const$.

Дано:

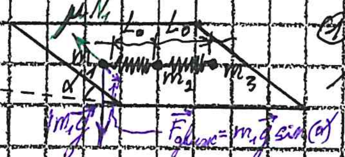
$m;\ 2m;\ 3m;\ \alpha$

$\mu = 2\tan(\alpha);\ k;\ L_0$

$L_{MAX} - ?$

Решение: №5.

1)



① $\mu N_1 = 2\cdot\tan(\alpha)\cdot m_1 g\cos(\alpha) = 2m_1 g\sin(\alpha) > m_1 g\sin(\alpha)$

$F_{тр} > F_{движ}$! $\Longrightarrow$ груз m_1 не сдвин. с места

2) аналог. рассужд. грузы m_2 и m_3 тоже буд. покоиться (дост. масс. m_1 подст. в нерав. ① m_2 и m_3) $\Longrightarrow$ система не придёт в движ., пруж. не растян. $\rightarrow$ вне завис. от распол. грузов (какой из них посередине) $L_{MAX} = 2\cdot L_0$

Ответ: $2L_0$.