

1/2/3/4/5/Σ  
12/20/20/20/13/85

Шифр

041900

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

| Общий балл | Дата     | Ф.И.О. членов жюри | Подписи членов жюри |
|------------|----------|--------------------|---------------------|
| 85         | 14.03.25 | Александр С        | Сидор               |

Дано: 1)  $C = \frac{\delta Q}{\nu dT}$ , где  $\nu$  - мольная теплоемкость,  $\delta Q$  - теплота подв. к газу,  $\nu$  - кол-во в-в газу.

$i = 5$

$V_1 = 1 \text{ м}^3$

$p_1 = 10^5 \text{ Па}$

$V_2 = 2 \text{ м}^3$

$pV^2 = \text{const}$

2) 3-й закон Ньютона - Кельв!

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$

$\Rightarrow \nu R (T_2 - T_1) = p_2 V_2 - p_1 V_1$  (1)

по у.м.  $pV^2 = \text{const} \Rightarrow p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2$

$p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2$  (2)

подставим (2) в (1):  $\nu R (T_2 - T_1) = p_1 \cdot \frac{V_1^2}{V_2^2} \cdot V_2 - p_1 V_1 = p_1 V_1 \left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right)$

$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} p_1 V_1 \left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right) = \frac{5}{2} \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1}{2} - 1\right) = -125000 \text{ Дж} = -125 \text{ кДж}$

3) изотермический процесс политропный, т.е.  $pV^\gamma = \text{const}$ ,  $\gamma = \frac{C - C_p}{C - C_v}$ ,  $C_p = \frac{i+2}{2} R$ ,  $C_v = \frac{i}{2} R$ ,  $i = 5$

$\gamma = \frac{C - \frac{i+2}{2} R}{C - \frac{i}{2} R} = 2$

$\Rightarrow 2C - 5R = C - \frac{5}{2} R$

$C = \frac{5}{2} R$

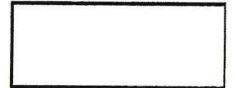
т.е. процесс политропный,  $\Delta Q = A + \Delta U$

процесс политропный  $\Rightarrow \Delta Q = C \nu (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} p_1 V_1 \left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right) = \frac{5}{2} p_1 V_1 \left(1 - \frac{V_1}{V_2}\right) = 10^5 \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{1}{2}\right) = 50000 \text{ Дж} = 50 \text{ кДж}$

$A = p_1 V_1 \left(1 - \frac{V_1}{V_2}\right) = 10^5 \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{1}{2}\right) = 50000 \text{ Дж} = 50 \text{ кДж}$

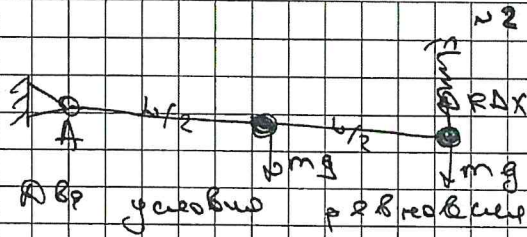
$\Delta Q = \frac{5}{2} p_1 V_1 \left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right) = \frac{5}{2} \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1}{2} - 1\right) = -125000 \text{ Дж} = -125 \text{ кДж}$

Ответ:  $\Delta U = -125 \text{ кДж}$ ,  $A = 50 \text{ кДж}$ ,  $\Delta Q = -125 \text{ кДж}$ ,  $C = \frac{5}{2} R$



Дано:  
L, m, R

$\Delta x = ?$   
 $q_1 = ?$   
 $q_2 = ?$



1) Всп. условие равновесия тел!

Сила - вектр!  
 $\sum \vec{F} = 0$   
Да!

Вертикаль сумма всех сил, действующих на тело равна 0  
2)  $M_{\text{св}} = M_{\text{г}} = 0$

Сумма моментов сил, вращающих тело по часовой стрелке, равна сумме всех мом. сил вращ. тело против часовой стрелки, где  $M = F \cdot d$ , F - сила дейст. на тело, d - расстояние от оси вращения, до линии действия силы

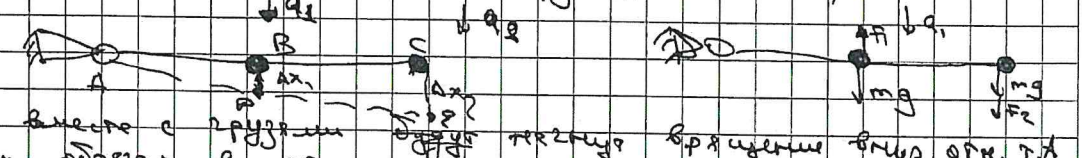
2) Рассмотрим ситуацию, когда пр-та не знаем пр-ло моментов для системы относительно Т. А!

$$mg \cdot \frac{L}{2} + mgL = R \Delta x$$

$$mg + 2mg = 2R \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{3mg}{2R}$$

3) рассмотрим лопат, когда пружина оторвется!



Стержень вместе с грузом будет вращаться вокруг оси Т. А, т.е. обрезаем в нере. момент они будут двигаться вертикально вниз, а т.е. ось нере. с-ты грузов  $\vec{F}_1 = \vec{F}_2$

Рассмотрим небольшие смещение стержня, поставив лопат, что смещено с грузом не дуги а прямая (см. рис.) из подобия  $\Delta ABO \sim \Delta ACO$

Рассмотрим равновесие груза по середине:

20 Н!  $m \vec{a}_1 = m \vec{a}_2 + \vec{F}$

$\vec{F}_1, \vec{F}_2$  - силы со стороны стержня

$\vec{F}_1, \vec{F}_2$  - вертикаль  
Аналогично, т.е.  $\vec{F}_1 = \vec{F}_2$   
 $m \vec{a}_2 = \vec{F}_2 + m \vec{g}$  (2)

$$\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = \frac{AO}{BO} = \frac{L}{x_1}$$

$$\Delta x_2 = 2 \Delta x_1$$

$$\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = \frac{2 \Delta x_1}{\Delta x_1} = 2$$

$$\Delta x_2 = 2 \Delta x_1$$

$$\Delta x_2 = 2 \Delta x_1$$

~~22/22~~

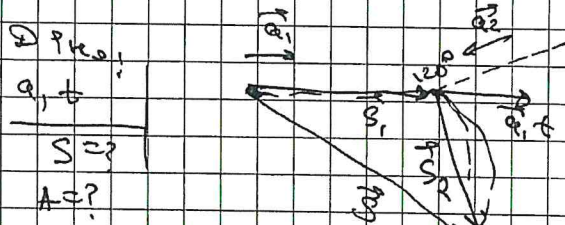
$$1. \frac{1}{2} = 1.5$$

$$F_1 = 2F_2 \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 = 2T_2 \\ q_2 = 2q_1 \\ m q_2 = m_3 g + T_2 \\ m q_1 = m_3 g - T_1 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} 2m q_1 = 3m g + T_2 \\ m q_1 = m_3 g - 2T_2 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} 4m q_1 = 2m g + 2T_2 \\ m q_1 = m_3 g - 2T_2 \end{array} \right\} \Rightarrow 5m q_1 = 3m g$$

$q_1 = \frac{2}{5} q_2$   
 $2 \cdot \frac{2}{5} q_2 = 105$

Gegeben:  $\Delta x = \frac{2 \frac{m}{s}}{2 \frac{s}{s}}$ ;  $q_1 = \frac{10}{5} g$ ;  $q_2 = \frac{10}{5} g$



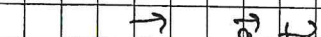
$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$

$\vec{v} = \text{вектор}$   
 $\vec{v} = \text{перемен. тем (вектор в } \mathbb{R}^n)$

$\vec{u} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$

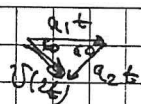
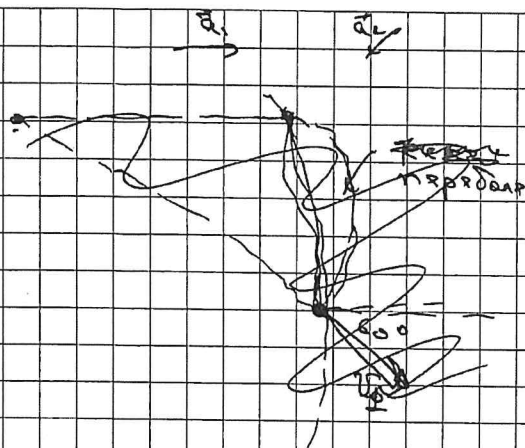
$\vec{v} = \text{bottom layer tone}$ ,  
 $\vec{w} = \text{top layer tone}$ ,  
 $\vec{z} = \text{LCU tone}$ ,  
 $\vec{u} = \text{bottom CR-tone}$

$\rightarrow Q_1 / R_2 = \emptyset$       \* you. &



$$S = \frac{3}{\sqrt{2}} \sqrt{9 + 4 \cdot 3 \cdot 1 \cdot \cos(60^\circ)}$$

$$S = \frac{3}{\sqrt{2}} \sqrt{9 + 6} = \frac{3}{\sqrt{2}} \sqrt{15} = \frac{3\sqrt{15}}{\sqrt{2}}$$



$$\vec{v}(2t) = \vec{v}_1 t + \vec{v}_2 t$$

по условию равнодействующая

$$\vec{v}(2t) = q t$$

$$\vec{v}_1 = \vec{v}(2t) = q t$$

$$\vec{S}_1 = \vec{v}_1 t + \frac{\vec{A} t^2}{2}$$

$$\vec{S}_1 = -\vec{S}_2$$

$$\vec{S}_1 = -\vec{S}_2$$

$$-\frac{3}{2} q t^2 + \frac{q t^2}{2} = \vec{v}_1 t + \frac{\vec{A} t^2}{2}$$

$$\frac{q}{2} t^2 + \frac{q t^2}{2} = -\vec{v}_1 t - \frac{\vec{A} t^2}{2}$$

спроец. на \$Ox\$:

$$\frac{3}{2} q t^2 + \frac{q}{2} t^2 - \frac{1}{2} = \frac{q t^2}{2} - \frac{A_x t^2}{2}$$

$$q \left( \frac{3}{2} - \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \right) = - \frac{A_x}{2}$$

$$A_x = q \left( -3 + \frac{1}{2} + 1 \right)$$

$$A_x = q (-1.5) \Rightarrow A_x = -1.5 q = -\frac{3}{2} q$$

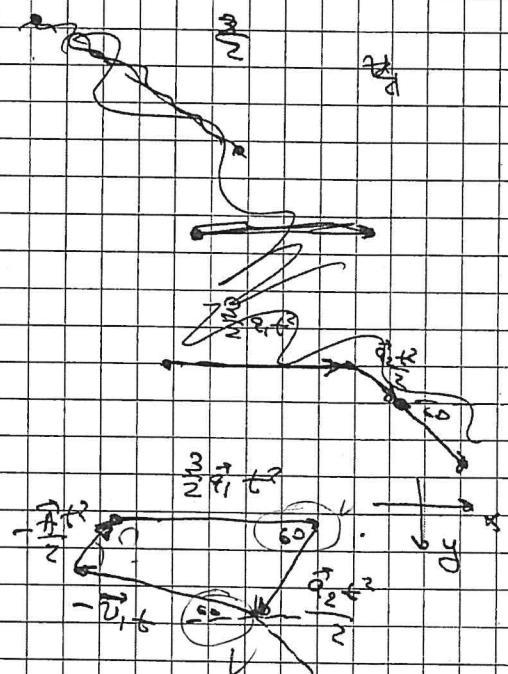
\$Oy\$:

$$0 + \frac{q t^2}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{q t^2}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{A_y t^2}{2}$$

$$\frac{q \cdot \sqrt{3}}{2} = \frac{q \sqrt{3}}{2} - A_y \Rightarrow A_y = q \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = q \cdot \frac{1}{2} \cdot \sqrt{9 + 3} = \frac{q}{2} \sqrt{12} = q \sqrt{3}$$

Ответ: \$S = \frac{q t^2}{2} \sqrt{3}\$; \$A = q \sqrt{3}\$



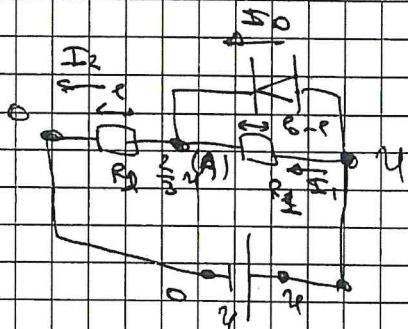
25

$$U_0 = \frac{U}{2}$$

$$R_0, R$$

$$U_{00} = ?$$

$$\eta(e) = ?$$



Представим потенциометр в виде 2х  
резисторов  $R_1, R_2$ ,

$$R_1 = R_0 \cdot \frac{e}{R_0 - e}, R_2 = R_0 \cdot \frac{R_0 - e}{R_0}$$

$$R_0 \geq R \Rightarrow U_0 \geq 0$$

Возможность, что  $U_0 < 0$ ,  
и что потенциал точки отщ.

Тогда потенциал равен 0,  
т.е.  $U_0 = U = \frac{U}{3}$ , то потенциал

$$U_0 = U = \frac{U}{3}$$

$$R_1 \leq R_2$$

$$R_0 \geq R$$

$Q = I^2 R$  - 3-й закон Кирхгофа  
R-сопр. - 3-й закон Кирхгофа  
Q-потенц. - 3-й закон Кирхгофа  
Q-теплоты - 3-й закон Кирхгофа  
Q-мех. - 3-й закон Кирхгофа

$$\frac{U}{3} = I_1 R_1 \Rightarrow I_1 = \frac{U}{3R_1} \quad (1)$$

$$\frac{U}{3} = I_2 R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{U}{3R_2}$$

3-й закон Кирхгофа

$$I_0 + I_1 = I_2 \Rightarrow I_0 = I_2 - I_1$$

$$I_0 = \frac{U}{3R_2} - \frac{U}{3R_1} \geq 0 \Rightarrow \frac{1}{R_2} \geq \frac{1}{R_1}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1 - R} = \frac{R_2}{2R_1} = \frac{R_0 \cdot \frac{e}{R_0 - e}}{2R_0 \cdot \frac{R_0 - e}{R_0}} = \frac{e}{2(R_0 - e)}$$

$$I_1 = \alpha I_2 = \frac{e}{2(R_0 - e)} I_2$$

$$I_1 + I_0 = I_2$$

$$\alpha I_2 + I_0 = I_2 \Rightarrow I_0 = I_2(1 - \alpha)$$

$$I_0 = I_2 \cdot \frac{2R_0 - 3e}{2(R_0 - e)}$$

$$\frac{I_0}{I_2} = \frac{2R_0 - 3e}{2(R_0 - e)} = 1 - \alpha$$

когда  $R_0 \geq R$ , т.е.  $e \leq \frac{2}{3}R_0$

$$\eta = \frac{I_0 \cdot \frac{U}{3}}{I_0 \cdot \frac{U}{3} + I_2 \cdot U + I_1 \cdot U + \frac{2}{3}U \cdot I_2}$$

$$= \frac{I_0}{I_0 + 3I_2 + 3I_1 + 2I_2}$$

$$= \frac{I_0}{I_0 + 5I_2 + 3I_1}$$

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

$$= \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - \alpha}{1 - 2\alpha} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2R_0 - 3e}{2(R_0 - e)}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{2R_0 - 3e}{2(R_0 - e)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{2R_0 - 3e}{R_0 - e}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{2R_0 - 3e}{R_0 - e}$$

Ответ:  $U_{00} = \frac{2}{3}e$ ,  $\eta = \frac{2R_0 - 3e}{4(R_0 - e)}$ , при  $e \leq \frac{2}{3}R_0$ ,  $\eta = 0$ , при  $e > \frac{2}{3}R_0$ ,  $\eta = 0$

Дано:

 $\eta(T)$ , $P_0 = 1400 \text{ Вт}$  $P = \alpha(T - T_{\text{окр}})$  $\alpha = 42 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$  $T_{\text{окр}} = 20^\circ\text{C}$  $P_n = ?$ 

$$P_0 = P_n + P$$

установившееся regime при движении  $T = \text{const}$ ,  
т.е. мощность выделяемая на нагрев двигателя  
равна мощности выделяемой в окр. среде

 $\Rightarrow$ 

$$P_0 = P_n + P$$

$P_n$  — мощность, ид. на нагрев движ.

$P_n = P$  (см. выше)

$$P = \alpha(T - T_{\text{окр}}) \Rightarrow$$

$$P_0 = P_n + \alpha(T - T_{\text{окр}})$$

$$\eta = \frac{P_n}{P_0} \text{ (по опр.)} \Rightarrow P_n = \eta P_0$$

из данного графика:  $\eta = \eta_0 - \beta T$ , где

$$\eta_0 = 0,3$$

$$\beta = \frac{1}{200} ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$P_0 = \eta P_0 + \alpha(T - T_{\text{окр}})$$

$$\eta = 1 + \frac{\alpha T_{\text{окр}}}{P_0} - \frac{\alpha T}{P_0} \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow (2): 1 + \frac{\alpha T_{\text{окр}}}{P_0} - \frac{\alpha T}{P_0} = \eta_0 - \beta T \Rightarrow T \left( \beta + \frac{\alpha}{P_0} \right) = 1 + \frac{\alpha T_{\text{окр}}}{P_0} - \eta_0$$

$$T = \frac{1 + \frac{\alpha T_{\text{окр}}}{P_0} - \eta_0}{\beta + \frac{\alpha}{P_0}} = \frac{1 + \frac{42 \cdot 20}{1400} - 0,3}{\frac{1}{200} + \frac{42}{1400}} = 52 ^\circ\text{C}$$

$$\eta = 0,3 - \frac{1}{200} \cdot 52 = 0,04$$

$$P_n = \eta P_0 = 0,04 \cdot 1400 \text{ Вт} = 56 \text{ Вт}$$

Ответ: 56 Вт. 20