

| Общий балл | Дата     | Ф.И.О. Жюри | Подпись |
|------------|----------|-------------|---------|
| 90         | 17.03.25 | Абрамчикова | Саша    |

1/2/3/4/5/Σ  
20/10/20/20/20/90

Шифр 920700

13

1) Теплоемкость вещества  $C$  - это кол-во теплоты  $Q$  необходимое для нагревания вещества на  $1K$   $C = \frac{Q}{\Delta T}$

Молярная теплоемкость  $C$  - это кол-во теплоты  $Q$  необходимое для нагревания 1 моля вещества  $C = \frac{1}{J} \cdot \frac{Q}{\Delta T}$ ,  $J$  - кол-во вещества

2)  $\Delta U = \frac{1}{2} J R \Delta T$   $i = 5$  - двухатомн газ 25

$$pV^2 = \text{const}$$

$$pV = JRT \quad pV^2 = JRTV = \text{const} \Rightarrow TV = \text{const}$$

$$T_1 V_1 = T_2 V_2 \quad T_2 = T_1 \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \Delta U = \frac{5}{2} J R (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} J R (T_1 \frac{V_1}{V_2} - T_1) = \frac{5}{2} J R T_1 (\frac{V_1}{V_2} - 1)$$

$$p_1 V_1 = J R T_1 \quad \Delta U = \frac{5}{2} p_1 V_1 (\frac{V_1}{V_2} - 1) \quad \Delta U = \frac{5}{2} \cdot 10^5 \cdot 1 (\frac{1}{2} - 1) = -1,25 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

3) Пусть  $V = V_0 + \Delta V$ ;  $p = p_0 + \Delta p$ ;  $T = T_0 + \Delta T$   $\Delta U = -125 \text{ кДж}$

$$pV^2 = \text{const}$$

$$(p_0 + \Delta p)(V_0 + \Delta V)^2 = p_0 V_0^2 \quad (p_0 + \Delta p)(V_0^2 + 2V_0 \Delta V + \Delta V^2) = p_0 V_0^2$$

$$p_0 V_0^2 + 2p_0 V_0 \Delta V + V_0^2 \Delta p + 2V_0 \Delta p \Delta V = p_0 V_0^2$$

$$2p_0 V_0 \Delta V = -V_0^2 \Delta p \quad 2p_0 \Delta V = -V_0 \Delta p \quad pV = JRT$$

$$(p_0 + \Delta p)(V_0 + \Delta V) = J R (T_0 + \Delta T) \quad p_0 V_0 + p_0 \Delta V + V_0 \Delta p + \Delta p \Delta V = J R T_0 + J R \Delta T$$

$$V_0 \Delta p = J R \Delta T - p_0 \Delta V \Rightarrow 2p_0 \Delta V = J R \Delta T + p_0 V_0 \quad A = p_0 \Delta V = -J R \Delta T$$

$$A = -J R (T_2 - T_1) = -J R T_1 (\frac{T_2}{T_1} - 1) = -p_1 V_1 (\frac{V_1}{V_2} - 1)$$

$$A = -10^5 \cdot 1 (\frac{1}{2} - 1) = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 50 \text{ кДж}$$



| Общий балл | Дата | Ф.И.О. Жюри | Подпись |
|------------|------|-------------|---------|
|            |      |             |         |

Шифр 920550

$$\begin{aligned}
 4) \Delta Q &= \Delta U + A \quad \Delta U = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) \quad A = \nu R (T_2 - T_1) = -\nu R \Delta T \\
 \Delta Q &= \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) - \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \\
 \Delta Q &= \frac{3}{2} \nu R V_1 \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right) \quad \Delta Q = \frac{3}{2} \cdot 10^5 \cdot 1 \left( \frac{1}{2} - 1 \right) = -75 \cdot 10^5 \text{ Дж} \\
 C &= \frac{Q}{\Delta T} = \frac{A + \Delta U}{\Delta T} = \frac{-\nu R \Delta T + \frac{5}{2} \nu R \Delta T}{\Delta T} = \frac{3}{2} \nu R \quad C = \frac{3}{2} \cdot 8,31 = 12,465 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}
 \end{aligned}$$

Ответ: 1)  $C = \frac{3}{2} \nu R$  3)  $\Delta U = \frac{5}{2} \nu R V_1 \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right) = -125 \text{ кДж}$   
 3)  $A = -\nu R V_1 \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right) = 50 \text{ кДж}$  4)  $\Delta Q = \Delta U + A = -75 \text{ кДж}$   $C = \frac{3}{2} R = 12,465 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

1/4

Из графика определим зависимость КПД от температуры двигателя

|        |     |    |
|--------|-----|----|
| T      | 20  | 60 |
| $\eta$ | 0,2 | 0  |

$$\frac{\eta - \eta_1}{T_2 - T_1} = \frac{\eta_2 - \eta_1}{T_2 - T_1} \quad \frac{\eta - 0,2}{T - 20} = \frac{0 - 0,2}{60 - 20}$$

$$\eta - 0,2 = -\frac{0,2}{40} (T - 20) = -0,005T + 0,1 \quad \eta = -0,005T + 0,3$$

Опред. КПД двигателя:  $\eta = \frac{P_{\text{полез}}}{P_0}$   $P_{\text{полез}} = \eta P_0$   $P_0 = P_{\text{полез}} + P_{\text{кр}}$

$$P_{\text{кр}} = \alpha (T - T_{\text{окр}}) \Rightarrow P_0 = \eta P_0 + \alpha (T - T_{\text{окр}}) \quad (1 - \eta) P_0 = \alpha (T - T_{\text{окр}})$$

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

$$\eta = \left( 1 + \frac{42}{1400} \cdot 20 \right) - \frac{42}{1400} T \quad \eta = 1,6 - 0,03T$$

$$\eta = 1,6 - 0,03T$$

$$\begin{cases} \eta = 0,3 - 0,005T \\ \eta = 1,6 - 0,03T \end{cases} \quad 1,6 - 0,03T = 0,3 - 0,005T$$

$$0,025T = 1,3 \quad T = 52 \text{ К} \quad \eta = 1,6 - 0,03 \cdot 52 = 0,04$$

$$P_{\text{полез}} = \eta P_0 \quad P_{\text{полез}} = 0,04 \cdot 1400 = 56 \text{ Вт}$$

Ответ:  $P_{\text{полез}} = 56 \text{ Вт}$



| Общий балл | Дата | Ф.И.О. Жюри | Подпись |
|------------|------|-------------|---------|
|            |      |             |         |

Шифр \_\_\_\_\_

№2

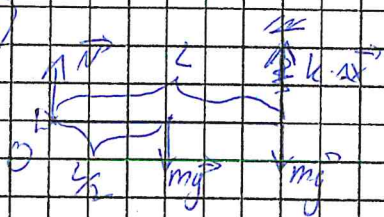
1) Усл. равновесие тел:

— алгебраическая сумма моментов всех взаимодействующих сил  
равна нулю:  $M_1 + M_2 + \dots + M_N = 0$

— все силы действующие на тело скомпенсированы:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_N = 0$$

2)



Усл. равновесие относительно точки O:

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

$$k \Delta x = \frac{3}{2} mg; \Delta x = \frac{3}{2} \cdot \frac{mg}{k}$$

3) На шарик действуют силы тяжести и силы реакции опоры

$$\vec{N}_1 + m\vec{g} = 0 \quad \vec{F}_1 = \vec{N}_1 + m\vec{g} = m\vec{a}_1 = 0 \quad \vec{a}_1 = 0 \quad a_1 = 0 \text{ м/с}^2$$

$$\vec{N}_2 + k\Delta x + m\vec{g} = 0 \quad \vec{F}_2 = \vec{N}_2 + m\vec{g} \quad (\text{одровнування, кед действ на шарик})$$

$$\vec{F}_2 = -k\Delta x = m\vec{a}_2$$

$$-k\Delta x = ma_2$$

$$\left. \begin{aligned} -k\Delta x &= ma_2 \\ k\Delta x &= \frac{3}{2} mg \end{aligned} \right\} \Rightarrow ma_2 = -\frac{3}{2} mg \quad a_2 = -\frac{3}{2} g \quad a_2 = -\frac{3}{2} 10 = -15 \text{ м/с}^2$$

Ответ! 1)  $M_1 + M_2 + \dots + M_N = 0$ ,  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_N = 0$

2)  $\Delta x = \frac{3}{2} \cdot \frac{mg}{k}$  3)  $a_1 = 0$   $a_2 = 15 \text{ м/с}^2$

№5

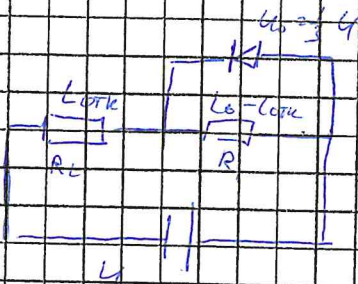
Кол-во теплота  $Q$ , выделяемое проводником с током равно  
квадрату силы тока  $I$  умножить на сопротивление проводника  $R$   
на время  $t$ :  $Q = I^2 R t$  ( $I = \frac{U}{R}$ )  $Q = I U t$  или  $Q = \frac{U^2}{R} t$



| Общий балл | Дата | Ф.И.О. Жюри | Подпись |
|------------|------|-------------|---------|
|            |      |             |         |

Шифр

2)



Перед замыканием  $U_0 = \frac{1}{3} U$

После замыкания  $U = U_1 + U_2$

$$U_2 = U - U_1 = U - \frac{1}{3} U = \frac{2}{3} U$$

Пусть сразу после замыкания ток  $I_1 = I_2$

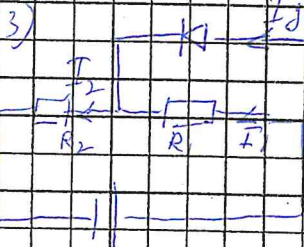
$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} \quad U_1 = \frac{1}{3} U \quad R_1 = \rho \frac{L_1}{S} \quad I_1 = \frac{\frac{1}{3} U}{\rho \frac{L_1}{S}} \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} \quad U_2 = \frac{2}{3} U \quad R_2 = \rho \frac{L_2}{S} \quad I_2 = \frac{\frac{2}{3} U}{\rho \frac{L_2}{S}}$$

$$2) \quad \frac{\frac{1}{3} U}{\rho \frac{L_1}{S}} = \frac{\frac{2}{3} U}{\rho \frac{L_2}{S}} \quad L_2 = 2 L_1$$

$$L_2 = 2 L_1$$

$$L_1 = L_0 - L_{0K} \quad L_2 = L_{0K}$$

$$L_{0K} = 2 (L_0 - L_{0K}) \quad L_{0K} = \frac{2}{3} L_0$$



$$\eta = \frac{P_{\text{полн}}}{P_{\text{полн}}}$$

$$P_{\text{полн}} = I_g U_0$$

$$P_{\text{полн}} = I_g U \quad R_0 = \rho \frac{L_0}{S}$$

$$I_1 = \frac{1}{3} \frac{U}{\rho \frac{L_1}{S}}$$

$$L_1 = L_0 - L$$

$$I_1 = \frac{\frac{1}{3} U}{\rho \frac{L_0 - L}{S}} = \frac{\frac{1}{3} U}{\rho \frac{L_0 - L}{S}} = \frac{L_0 \cdot U}{L_0 - L} \cdot \frac{1}{3 R_0}$$

$$I_2 = \frac{\frac{2}{3} U}{\rho \frac{L_2}{S}} \quad L_2 = L$$

$$I_2 = \frac{\frac{2}{3} U}{\rho \frac{L}{S}} = \frac{\frac{2}{3} U}{\rho \frac{L}{S}} = \frac{2 L_0 \cdot U}{L} \cdot \frac{1}{3 R_0} \quad I_g = I_2 - I_1$$

$$I_g = \frac{2 L_0 \cdot U}{L} \cdot \frac{1}{3 R_0} - \frac{L_0 \cdot U}{L_0 - L} \cdot \frac{1}{3 R_0} = \frac{2 L_0^2 - 2 L_0 L - (L_0 - L) \cdot U}{L (L_0 - L)} \cdot \frac{1}{3 R_0} = \frac{L_0 (2 L_0 - 3 L)}{L (L_0 - L)} \cdot \frac{U}{3 R_0}$$

$$P_{\text{полн}} = I_g U_0 = \frac{L_0 (2 L_0 - 3 L)}{L (L_0 - L)} \cdot \frac{U}{3 R_0} \cdot U = \frac{L_0 (2 L_0 - 3 L)}{3 L (L_0 - L)} \cdot \frac{U^2}{3 R_0}$$

$$P_{\text{полн}} = I_2 \cdot U = \frac{2 L_0}{L} \cdot \frac{U}{3 R_0} \cdot U = \frac{2 L_0}{L} \cdot \frac{U^2}{3 R_0} \quad \eta = \frac{P_{\text{полн}}}{P_{\text{полн}}}$$

$$\eta = \frac{L_0 (2 L_0 - 3 L)}{3 L (L_0 - L)} \cdot \frac{L}{2 L_0} = \frac{2 L_0 - 3 L}{6 (L_0 - L)} = \frac{3 (L_0 - L) - L_0}{6 (L_0 - L)} = \frac{1}{2} - \frac{L_0}{6 (L_0 - L)}$$

Ответ: 1)  $Q = I^2 R t$

$$2) \quad L_{0K} = \frac{2}{3} L_0$$

$$3) \quad \eta = \frac{2 L_0 - 3 L}{6 (L_0 - L)} = \frac{1}{2} - \frac{L_0}{6 (L_0 - L)}$$

20



| Общий балл | Дата | Ф.И.О. Жюри | Подпись |
|------------|------|-------------|---------|
|            |      |             |         |

Шифр \_\_\_\_\_

1/

1)  $\vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$  - перемещение от начала отсчета  $t$  с начальной скоростью  $\vec{v}_0$  и постоянным ускорением  $\vec{a}$  и тогда  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$  - скорость в момент  $t$

2)  $\vec{S}_1 = \frac{\vec{a}_1 t^2}{2}$   $\vec{v}_1 = \vec{a}_1 t$   $\vec{a}_1 = \vec{a}$

$$\vec{S}_2 = \vec{S}_1 + \vec{v}_1 t + \frac{\vec{a}_2 t^2}{2} = \frac{\vec{a}_1 t^2}{2} + \vec{a}_1 t^2 + \frac{\vec{a}_2 t^2}{2} = \frac{3}{2} \vec{a}_1 t^2 + \frac{\vec{a}_2 t^2}{2}$$

$$= \frac{3}{2} \vec{a}_1 t^2 + \frac{\vec{a}_2 t^2}{2}$$

$$\vec{a}_2 = (a \cos 120^\circ; a \sin 120^\circ) \quad \vec{a} = (a; 0)$$

$$\vec{S} = \vec{S}_2 = \frac{3}{2} \vec{a} t^2 + \frac{\vec{a}_2 t^2}{2} \quad S_y = \frac{a \sin 120^\circ \cdot t^2}{2} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} a t^2}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} a t^2$$

$$S_x = \frac{3}{2} a t^2 + \frac{a \cos 120^\circ t^2}{2} = \frac{3}{2} a t^2 + \frac{-\frac{1}{2} a t^2}{2} = \frac{5}{4} a t^2$$

$$|\vec{S}| = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{\left(\frac{5}{4} a t^2\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{4} a t^2\right)^2} = \frac{a t^2}{4} \sqrt{25 + 3} = \frac{\sqrt{28}}{4} a t^2 = \frac{\sqrt{7}}{2} a t^2 \quad \checkmark$$

3)  $\vec{S} = \vec{S}_2 + \vec{v}_2 t + \frac{\vec{a}_2 t^2}{2} = \vec{0} \quad \vec{S}_2 = \frac{3}{2} \vec{a} t^2 + \frac{\vec{a}_2 t^2}{2}$

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{a}_2 t \quad \vec{v}_1 = \vec{a}_1 t = \vec{a} t \quad \vec{v}_2 = \vec{a} t + \vec{a}_2 t$$

$$\frac{\vec{a}_2 t^2}{2} = -\vec{S}_2 - \vec{v}_2 t = -\frac{3}{2} \vec{a} t^2 - \frac{\vec{a}_2 t^2}{2} - \vec{a} t^2 - \vec{a}_2 t^2 = -\frac{5}{2} \vec{a} t^2 - \frac{3}{2} \vec{a}_2 t^2$$

$$\vec{A} = -5\vec{a} - 3\vec{a}_2$$

$$A_x = -5a - 3a \cos 120^\circ = -5a + \frac{3a}{2} = -\frac{7a}{2}$$

$$A_y = -3a \sin 120^\circ = -\frac{3\sqrt{3}}{2} a$$

$$|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{\left(-\frac{7a}{2}\right)^2 + \left(-\frac{3\sqrt{3}}{2} a\right)^2} = \frac{a}{2} \sqrt{49 + 27} = \sqrt{19} a$$

Ответ: 1)  $\vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$ ;  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$  2)  $S = \frac{\sqrt{7}}{2} a t^2$

3)  $A = \sqrt{19} a$  ✓