

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
72	17.03.25	Абрамидов	Сидор
Шифр			020051

1 2 3 4 5 6
8 20 20 20 4 72

N1

$$1) \vec{S} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$\vec{V} = \vec{a} t + \vec{V}_0$$

$\vec{V}_0$ - начальная скорость

$\vec{a}$ - ускорение

t - время

$\vec{S}$ - перемещение

$\vec{V}$ - мгновенная скорость

2) $\vec{S}_1$ - перемещение до поворота двигателя

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

$\vec{a}_1$ - начальное ускорение

$\vec{S}_2$ - перемещение после поворота двигателя

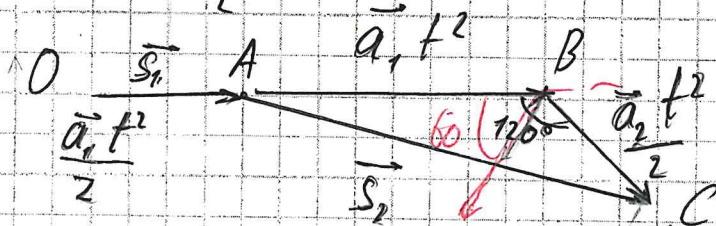
$$\vec{S}_2 = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a}_2 t^2}{2}$$

$|\vec{a}_2| = |\vec{a}_1|$ $\vec{V}_0$ - скорость

приобретенная
в процессе движения
до поворота

$$\vec{V}_0 = \vec{a}_1 t$$

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



$$AB = 2OA$$

$$BC = OA$$

$$\angle B = 110^\circ$$

$S = OC$ теорема кос для $\triangle OBC$

$$OC^2 = OB^2 + BC^2 - 2OB \cdot BC \cdot \cos B$$

$$OC^2 = \left(3 \cdot \frac{at^2}{2}\right)^2 + \left(\frac{at^2}{2}\right)^2 - 2 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot 3 \cdot \left(\frac{at^2}{2}\right)^2 =$$

$$= 9 \left(\frac{at^2}{2} \right)^2 + \left(\frac{at^2}{2} \right) + 3 \left(\frac{at^2}{2} \right) = 13 \left(\frac{at^2}{2} \right)^2$$

$$S = \frac{\sqrt{13}}{2} at^2 \quad \text{Ответ: } S = \frac{\sqrt{13}}{2} at^2$$

$$3) \vec{U}_C = \vec{U}_0 + \vec{a}_2 t + (\vec{a}_1 + \vec{a}_2) t$$

$$\vec{S}_3 = (\vec{a}_1 + \vec{a}_2) t^2 + \frac{\vec{A} t^2}{2} \quad \vec{S}_3 = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$$

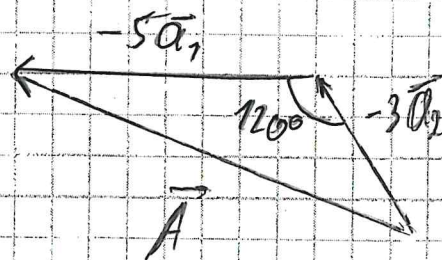
$$\frac{\vec{S}_3}{t^2} = (\vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \frac{\vec{A}}{2}) \quad \vec{S}_3 = \frac{3\vec{a}_1 t^2}{2} + \frac{\vec{a}_2 t^2}{2}$$

$$\frac{\vec{S}_3}{t^2} = -\frac{3\vec{a}_1}{2} - \frac{\vec{a}_2}{2}$$

$$\vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \frac{\vec{A}}{2} = -\frac{3\vec{a}_1}{2} - \frac{\vec{a}_2}{2}$$

$$2\vec{a}_1 + 2\vec{a}_2 + \vec{A} = -3\vec{a}_1 - \vec{a}_2$$

$$\vec{A} = -5\vec{a}_1 - 3\vec{a}_2$$



$$A^2 = 25a^2 + 9a^2 - 2 \cdot 5a \cdot 3a \cdot \cos(120^\circ)$$

$$A^2 = 64a^2$$

$$A = 8a$$

$$\text{Ответ: } A = 8a$$

85

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

№3

1) Малая теплоёмкость - количество теплоты, необходимое для

необходимое количество теплоты, которое нужно подвести к ^{веществу} телу, в количестве одного моля, чтобы изменить его температуру на 1 К.

$$C_{\text{мол}} = \frac{dQ}{dT}$$

$C_{\text{мол}}$ - малая теплоёмкость

dQ - малое количество

d - количество теплоты

dT - малое изменение температуры

$$2) \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

газ - двухатомный $\Rightarrow i = 5$

$$p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1^2}{V_2^2} = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot (1 \text{ м}^3)^2}{(2 \text{ м}^3)^2} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} (2,5 \cdot 10^4 \cdot 2 - 10^5 \cdot 1) = -125000 \text{ Дж}$$

$$\text{Ответ: } \Delta U = -125000 \text{ Дж}$$

$$3) A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

$$p V^2 = p_1 V_1^2$$

$$p = \frac{p_1 V_1^2}{V^2}$$

$$A = p_1 V_1^2 \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V^2} = p_1 V_1^2 \left(-\frac{1}{V} \right) \Big|_{V_1}^{V_2} = p_1 V_1^2 \left(-\frac{1}{V_2} - \left(-\frac{1}{V_1} \right) \right) =$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$= p_1 V_1^2 \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right) = \frac{p_1 V_1^2 (V_2 - V_1)}{V_1 V_2} = \frac{p_1 V_1 (V_2 - V_1)}{V_2} =$$

$$= \frac{10^5 \cdot 1 \cdot (2 - 1)}{2} = 50\,000 \text{ Дж}$$

Ответ: $A = 50\,000 \text{ Дж}$ ✓

4) $\Delta Q = A + \Delta U = 50\,000 - 125\,000 \text{ Дж} = -75\,000 \text{ Дж}$ ✓

Так как $pV^2 = \text{const}$ является частным случаем уравнения $pV^n = \text{const}$, которое является уравнением политропы $\Rightarrow C_{\text{мол}} = \text{const}$, значит в нашем процессе $C_{\text{мол}} = \text{const} \Rightarrow$ от dQ и dT можно перейти к ΔQ и ΔT / полные изменения

$$C_{\text{мол}} = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \quad p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$C_{\text{мол}} = \frac{\Delta Q}{\nu \cdot \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{\nu R}} = \frac{\Delta Q}{p_2 V_2 - p_1 V_1} R = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \cdot \frac{R}{\nu R} = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \cdot \frac{1}{\nu}$$

$$= \frac{-75\,000}{2,5 \cdot 10^4 \cdot 2 - 10^5 \cdot 1} R = \frac{3}{2} R = \frac{3}{2} \cdot 8,31 = 12,465 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Ответ: $\Delta Q = -75\,000 \text{ Дж}$; $C_{\text{мол}} = 12,465 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ ✓

20

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$\eta = \frac{P_{\text{пол}}}{P_0} \cdot \cancel{100\%}$$

$$P_{\text{пол}} = \eta P_0$$

$$\cancel{P_{\text{пол}}} = \cancel{P_0} \cdot \cancel{\eta}$$

$$P_{\text{пол}} = \frac{\eta P_0}{100\%}$$

$$P_{\text{квт}} = P_0 - P_{\text{пол}} = \frac{P_0 \cdot 100\% - \eta P_0}{100\%} = P_0(1 - \eta)$$

в установившемся режиме $P = P_{\text{квт}}$

$$\Delta(T - T_{\text{окр}}) = \frac{P_0(100\% - \eta)}{100\%} = P_0(1 - \eta)$$

Из графика можно получить зависимость
для η

$$\eta = kT + b$$

$$\begin{cases} 0,2 = k \cdot 20 + b \\ 0 = 60k + b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} -0,2 &= 40k \\ k &= -\frac{1}{200} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \end{aligned}$$

$$\eta = -\frac{1}{200} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} T + 0,3$$

$$b = \cancel{0,2} - 60 \cdot (-\frac{1}{200}) = 0,3$$

$$\Delta(T - T_{\text{окр}}) = P_0 \left(\frac{1}{200} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} T + 0,7 \right)$$

$$\Delta T - P_0 \frac{1}{200} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} T = 0,7 P_0 + \Delta T_{\text{окр}}$$

$$T = \frac{0,7 P_0 + \Delta T_{\text{окр}}}{\Delta - P_0 \frac{1}{200} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} = \frac{0,7 \cdot 1400 + 42 \cdot 20}{42 - 1400 \cdot \frac{1}{200}} = 52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$\eta = -\frac{1}{100} \cdot 52 + 0,3 = 0,04$$

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

Ответ: $P_{\text{пол}} = 56 \text{ Вт}$ /20

№2

1) векторная сумма сил равна нулю

$$\vec{F} = 0 \quad \vec{F} - \text{результантующая сила}$$

$$\vec{F} = \sum \vec{F}_i \quad F_i - \text{каждый сила}$$

✓

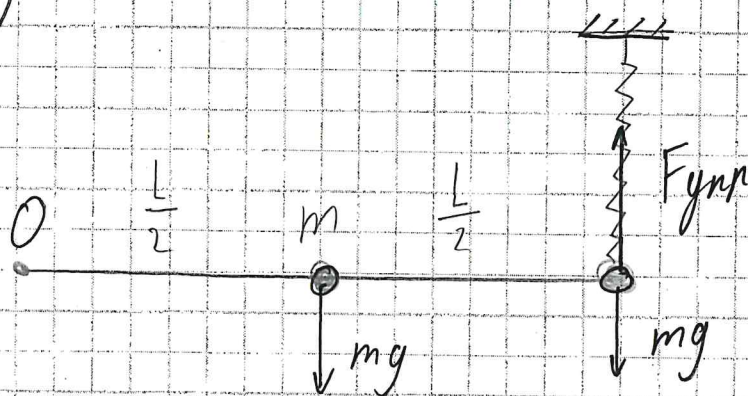
Сумма моментов равна нулю

$$\sum M = 0 \quad M - \text{момент силы}$$

$$M = FL \quad M = FL \quad F - \text{сила l-плеча}$$

момент берётся с + если он
вращает против часовой и
с - если по часовой

2)



затем применим
правило моментов относительно
точки O
(будем рассматривать
стержень и грузы
как одно тело)

$$F_{\text{упр}} L - \frac{mgL}{2} - mgL = 0$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$F_{\text{упр}} = \frac{3}{2} mg$$

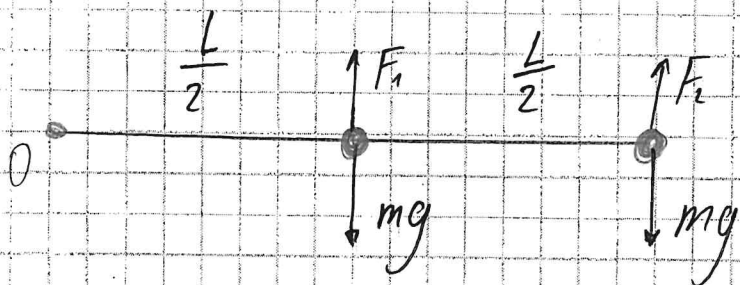
$$k \Delta x = \frac{3}{2} mg$$

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

Ответ: $\Delta x = \frac{3mg}{2k}$ ✓

3) Стержень лёгкий = невесомый $\Rightarrow$ векторная сумма сил действующих на стержень равна 0 и сумма моментов сил равна нулю.

Будем отдельно рассматривать грузы и стержень.

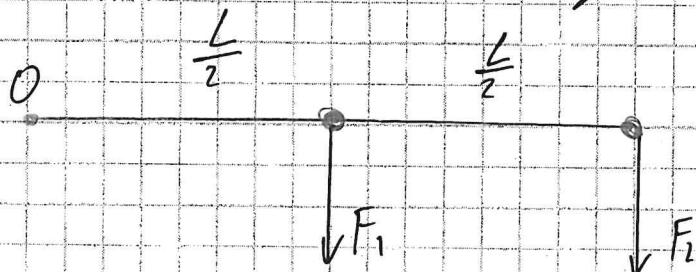


F_1 - сила действующая на первый груз со стороны стержня

F_2 - сила действующая на второй груз со стороны стержня

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

По 3-закону Ньютона на стержне будут действовать так же по модулю, но противоположные по направлению силы



привило моментов относительно O

$$-\frac{F_1 L}{2} - F_2 L = 0$$

$$F_1 = -2F_2$$

$$ma_1 = mg - F_1 = mg + 2F_2$$

$$ma_2 = mg - F_2$$

Стержень будет вращаться относительно O

$$a_1 = \frac{L}{2} \varepsilon \quad a_2 = L \varepsilon \quad \varepsilon - \text{угловое ускорение}$$

$$2a_1 = a_2$$

$$2a_1 =$$

$$2ma_1 = mg - F_2 \Rightarrow F_2 = mg - 2ma_1$$

$$ma_1 = mg + 2F_2$$

$$ma_1 = mg + 2mg - 4ma_1$$

$$a_1 = g - 3ma_1 =$$

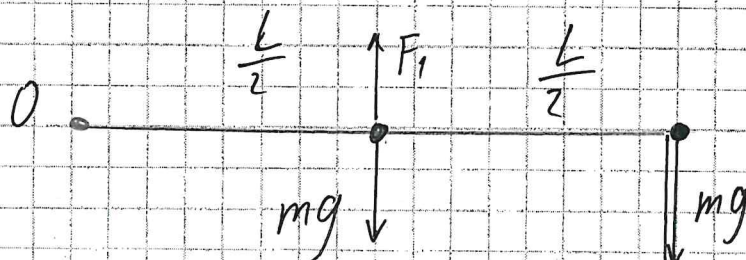
$$5ma_1 = 3mg$$

$$a_1 = 0,6g$$

$$a_2 = 1,2g$$

Проверим себя

Правильный рисунок



$$ma_1 = mg - F_1 \quad ma_2 = mg + F_2$$

$$F_1 = 0,4mg \quad F_2 = 0,2mg$$

$$\frac{F_1 L}{2} - \frac{F_2 L}{2} = \frac{0,4mgL}{2} - 0,2mgL = 0 \text{ (верно)}$$

$$\text{Ответ: } a_1 = 0,6g ; a_2 = 1,2g \quad \text{✓} \quad 20$$

✓5

$$\eta \cdot Q = I^2 R t$$

Q - количество теплоты
выделяемое на элементе

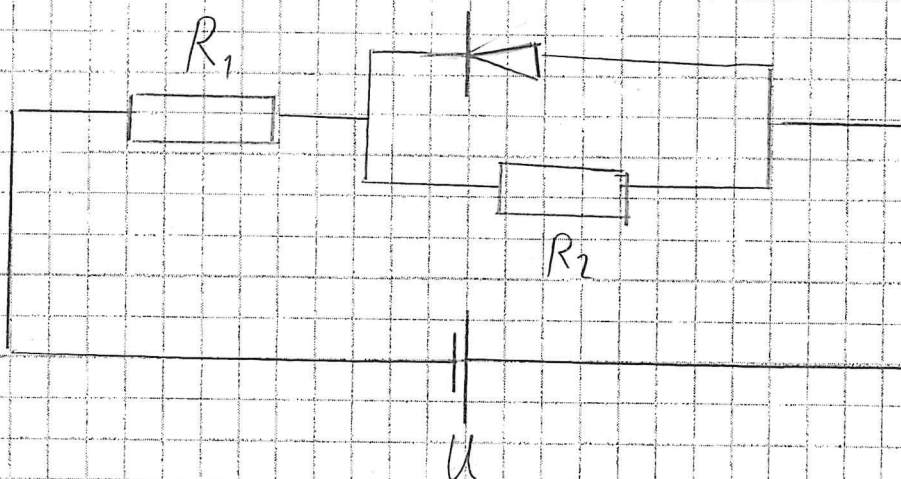
I - сила тока проходящая через
этот элемент

R - сопротивление

t - время

Перерисуем схему в более приличном

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			



$$R = \frac{\rho}{S} l_0$$

$$R_1 = \frac{\rho}{S} l$$

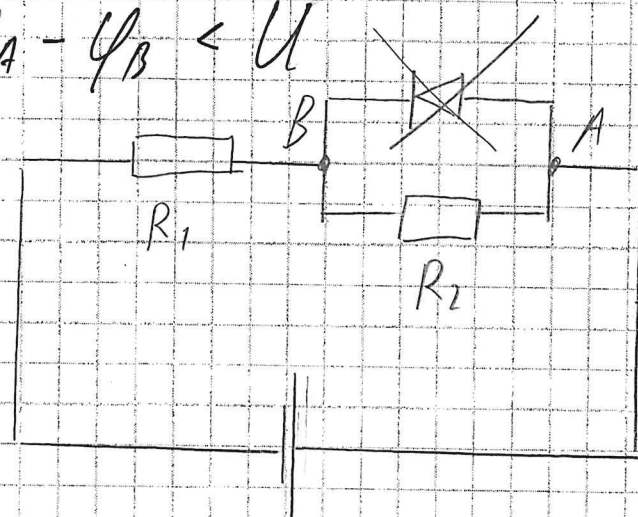
$$R_2 = \frac{\rho}{S} (l_0 - l)$$

$$R_1 = \frac{l}{l_0} R$$

$$R_2 = \frac{l_0 - l}{l_0} R$$

Предположим, что диод закрыт, то

$$\varphi_A - \varphi_B < U$$



$$I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{U}{R}$$

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{U}{R} R_2 =$$

$$= \frac{U}{R} \cdot \frac{l_0 - l}{l_0} R = U \frac{l_0 - l}{l_0}$$

$$\varphi_A - \varphi_B < U$$

$$U \frac{l_0 - l}{l_0} < U$$

$$\cancel{l_0 - l} < \cancel{l}$$

$$l_0 - l < l$$

$$l > 0$$

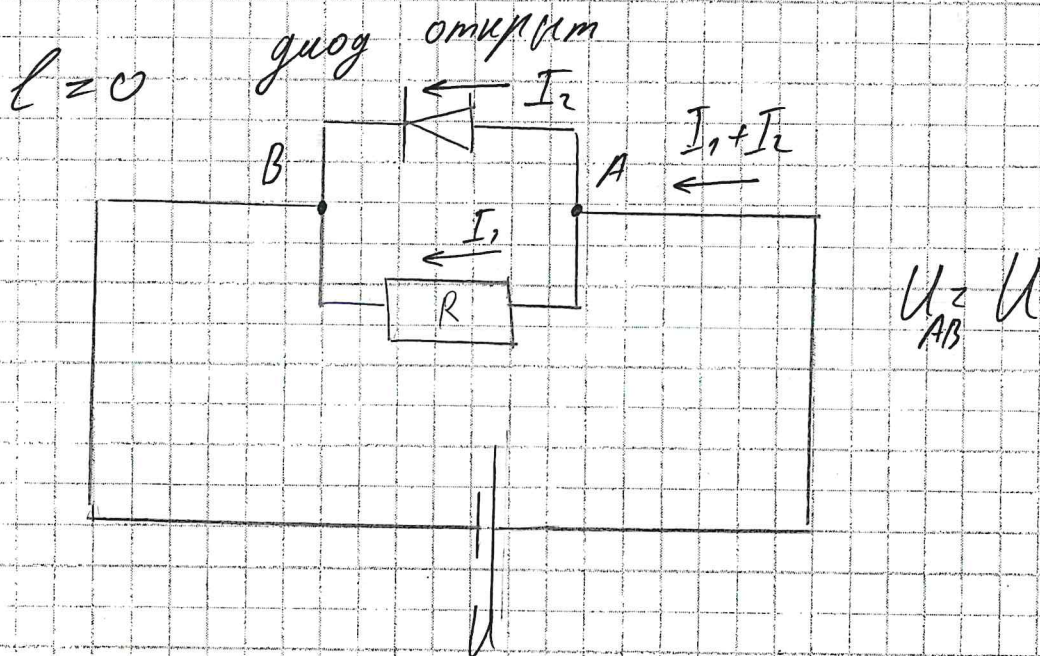
Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Наше предположение верно (диод закрыт)
когда $l > 0$, а когда $l = 0$ диод открывается

~~рассмотрим это~~

Ответ: $l = 0$

3) когда диод закрыт $l \in (0; \sqrt{R_0}]$ $\eta = 0$, так
как мощность выделяемая на диоде
равна 0



через диод пойдет весь ток $\Rightarrow \eta = 1$ X

4.5