

1. Очевидно: $ma = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha$, причём $a = v/\Delta t$. Это означает:
 $\operatorname{tg} \alpha = v/(g\Delta t) \approx 260000/(3600 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 60) \approx 0,04$, или $\alpha \approx \underline{0,04 \text{ рад} \approx 2,3^\circ}$.

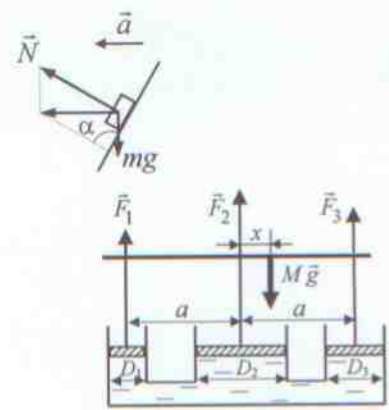
2. И силы тяжести поршней и силы давления на них со стороны воды пропорциональны их площади, следовательно, пропорциональны площади и равнодействующие этих сил:

$$F_1 = \kappa D_1^2; \quad F_2 = \kappa D_2^2; \quad F_3 = \kappa D_3^2.$$

В состоянии равновесия

$$\begin{aligned} \kappa D_1^2 + \kappa D_2^2 + \kappa D_3^2 - Mg &= 0, \\ \kappa D_1^2 a + Mg x - \kappa D_3^2 a &= 0 \end{aligned}$$

Отсюда получаем, что $x = a \frac{D_3^2 - D_1^2}{D_1^2 + D_2^2 + D_3^2} = 1 \cdot \frac{0,2^2 - 0,1^2}{0,1^2 + 0,5^2 + 0,2^2} = \underline{0,1(\text{м})}$.



3. $P_{\text{ПОЛЕЗН}} = F_{\text{ТЯГИ}} v$

$$P_{\text{ПОЛЕЗН}} = \eta P_{\text{ЗАТР}}$$

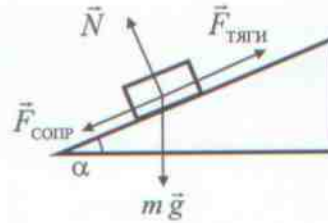
$$P_{\text{ЗАТР}} = IU$$

$$F_{\text{ТЯГИ}} - F_{\text{СОПР}} - mg \sin \alpha = 0$$

$$N - mg \cos \alpha = 0$$

$$F_{\text{СОПР}} = kN$$

$$\sin \alpha = 5/1000 = 0,005, \text{ а } \cos \alpha \approx 0,99999.$$



$$I = \frac{mg(k \cos \alpha + \sin \alpha)v}{\eta U} = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot 9,8 \cdot (0,02 + 0,005) \cdot 15}{0,9 \cdot 3000} = \underline{27,2 \text{ А}}.$$

4. Цикл в координатах $p - V$ имеет прямоугольника, площадь которого численно равна искомой работе.

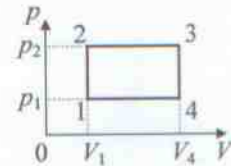
$$A = (p_2 - p_1)(V_4 - V_1)$$

$$p_1 V_1 = \nu RT_1$$

$$p_2 V_1 = \nu RT_2 \Rightarrow p_2 = p_1(T_2/T_1 - 1)$$

$$p_1 V_4 = \nu RT_4 \Rightarrow V_4 = V_1(T_4/T_1 - 1).$$

$$A = p_1(T_2/T_1 - 1)V_1(T_4/T_1 - 1) = \nu RT_1(T_2/T_1 - 1)(T_4/T_1 - 1) = \underline{20000 \text{ Дж} = 20 \text{ кДж}}$$



5. Условия переключения: $\pm 0,5A = A \cdot \sin(\omega t)$, или $t_1 = (\pi/6 + \pi n)/\omega$, $t_2 = (5\pi/6 + \pi k)/\omega$, $t_3 = (7\pi/6 + \pi m)/\omega$.

$$\text{Продолжительность вспышки: } \tau_1 = t_2 - t_1 = (5\pi/6 - \pi/6)/\omega = 2\pi/(3\omega),$$

$$\text{время между вспышками: } \tau_2 = t_3 - t_2 = (7\pi/6 - 5\pi/6)/\omega = \pi/(3\omega).$$

$$\text{Таким образом, } \tau_1/\tau_2 = [2\pi/(3\omega)]/[\pi/(3\omega)] = 2 \Rightarrow \underline{\text{в 2 раза}}$$

6. Общее сопротивление цепи: $R_{\text{ОБЩ}} = \frac{2}{3}R_0 + R$; общая сила тока в ней $I_{\text{ОБЩ}} = U_0/R_{\text{ОБЩ}}$. При этом через каждую секцию

$$\text{идёт ток } I_{\text{СЕКЦ}} = \frac{1}{3} I_{\text{ОБЩ}}, \text{ а напряжение на каждом моторе } U = I_{\text{СЕКЦ}} R_0.$$

$$\text{В итоге: } U = \frac{1}{3} R_0 U_0 \left(\frac{2}{3} R_0 + R \right)^{-1}, \text{ или } R = \frac{R_0}{3} \left(\frac{U_0}{U} - 2 \right) \approx \underline{1,1 \text{ Ом}}.$$

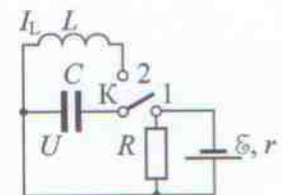
7.

$$\begin{cases} I = \mathcal{E}/(R+r) - \text{ключ в положении 1} \\ U = IR - \text{ключ в положении 1} \\ CU^2/2 = LI^2/2 - \text{ключ в положении 2.} \end{cases}$$

$$CU^2/2 = LI^2/2 - \text{ключ в положении 2.}$$

Решая систему, получаем, что

$$I_L = \sqrt{C/L} U = \sqrt{C/L} \mathcal{E} R / (R+r) = \sqrt{10^{-6} / (10 \cdot 10^{-3})} \cdot 6 \cdot 100 / (100+20) = 0,05 \text{ (А)} = \underline{50 \text{ (мА)}}.$$



$$8. \left| \mathcal{E} \right| = |NBS(\cos 180^\circ - \cos 0^\circ) / \Delta t|$$

$$S = \pi d^2 / 4;$$

$$I = \mathcal{E} / R$$

$$R = \rho l / S^*$$

$$Q = I \Delta t$$

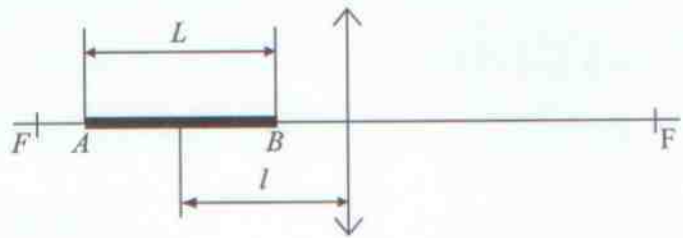
$$l = \pi d N$$

$$I = \mathcal{E} / R = 2NB\pi d^2 S^* / (4\Delta t \rho N \pi d) = BS^* d / (2\Delta t \rho).$$

$$Q = BS \cdot d / (2\rho) = \underline{0.025 \text{ Кл} = 25 \text{ мКл}}$$

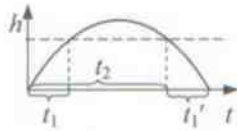
$$9. \begin{cases} 1/F = 1/d_A - 1/f_A \\ 1/F = 1/d_B - 1/f_B \\ d_A = l + L/2 \\ d_B = l - L/2 \\ L^* = f_A - f_B - \text{длина изображения.} \end{cases}$$

Решая систему, получаем: $L^* \approx \underline{107 \text{ см}}$.



Краткие решения (Вариант №2)

1. Так как $t_1 = t_1'$ (см. рисунок),
то $t_{\text{общ}} = t_1' + t_2 = \underline{5 \text{ с}}$



$$2. \begin{cases} t_1 = l_1/v \\ 0 = v - at_2 \\ t = t_1 + t_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow t = l_1/v + v/a.$$

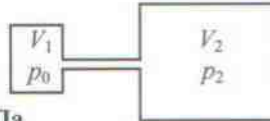
Минимуму функции $t(v)$ соответствует условие $\frac{\partial t}{\partial v} = -\frac{l_1}{v^2} + \frac{1}{a} = 0$, или

$$v = \sqrt{al} = 10 \text{ м/с} = \underline{36 \text{ км/ч.}}$$

3. При движении колёсной пары в магнитном поле Земли возникает э.д.с. индукции:

$$\varepsilon = U = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = Blv \Rightarrow v = \frac{U}{Bl} = \frac{10^{-3}}{4 \cdot 10^{-5} \cdot 1,52} \approx \underline{16,4 \text{ м/с.}}$$

4. $p = p_2' + p_0' = \frac{p_2 V_2 + p_0 V_1}{V_1 + V_2}$, откуда



$$p_2 = \frac{p(V_1 + V_2) - p_0 V_1}{V_2} = \frac{4 \cdot 10^5 \cdot 52 - 10^5 \cdot 12}{40} = \underline{4,9 \cdot 10^5 \text{ Па} = 490 \text{ кПа}}$$

5. Условие того, что тело на подставке еще не подпрыгивает в верхней точке: сила реакции опоры $N = 0$, или $a = g$. При этом ускорение системы в данной точке максимально.

Но при гармонических колебаниях $a_{\text{МАКС}} = A(2\pi/T)^2$, следовательно,

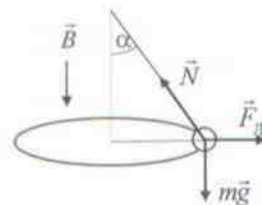
$$\begin{cases} a_{\text{МАКС}} = A(2\pi/T)^2 & \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{A/a_{\text{МАКС}}} \\ a_{\text{МАКС}} = g \end{cases}$$

$$\text{В итоге } T = 2\pi \sqrt{A/g} = 2\pi \sqrt{0,625/10} \approx \underline{1,6 \text{ (с)}}$$

6. В момент, когда вектор скорости направлен на нас, сила $\vec{F}_{\text{л}}$ направлена на право. Тогда записываем второй закон Ньютона для проекций сил:

$$F_{\text{л}} - N \sin\alpha = m v^2 / R$$

$$N \cos\alpha - mg = 0.$$



Кроме того: $R = l \sin\alpha$, $F_{\text{л}} = qvB$, $T = 2\pi R/v$.

Отсюда $m v^2 / R + qvB - mg \tan\alpha = 0$, или

$$v = \frac{-qB + \sqrt{q^2 B^2 + 4m^2 g \cdot \tan\alpha / R}}{2m/R}, \text{ а } T = \frac{4\pi m}{\sqrt{q^2 B^2 + 4m^2 g / (l \cdot \cos\alpha)} - qB}$$

В итоге $T \approx \underline{1,32 \text{ с.}}$

$$7. \begin{cases} W_1 + W_2 = C_1 U_1^2 / 2 + C_2 U_2^2 / 2 \\ q_1 = C_1 U_1 \\ q_2 = C_2 U_2 \\ q_3 = q_1 + q_2 \\ C_3 = C_1 + C_2 \\ W_3 = C_3 U_3^2 / 2 \end{cases}$$

Решая систему, получаем: $W_1 + W_2 - W_3 = C_1 U_1^2 / 2 + C_2 U_2^2 / 2 - \frac{(C_1 U_1 + C_2 U_2)^2}{2(C_1 + C_2)} =$

$$= \frac{C_1 C_2 (U_1 - U_2)^2}{2(C_1 + C_2)} = \frac{1 \cdot 2 (400 - 100)^2}{2(1+2)} \cdot 10^{-6} = \underline{0,03 \text{ Дж} = 30 \text{ мДж}}$$

$$8. \begin{cases} T = 2\pi \sqrt{R/g} \\ t = NT \end{cases} \Rightarrow t = 2\pi N \sqrt{R/g} = 2\pi \cdot 400 \sqrt{0,25/10} \approx \underline{397 \text{ с.}}$$

$$9. \begin{cases} P = N\Delta t \cdot hc/\lambda & \Rightarrow \lambda = hcN/(\Delta t P) \\ d \cdot \sin\varphi = m\lambda & \Rightarrow \sin\varphi = m\lambda/d \\ d = 10^{-3}/N_{\text{ш}} & \Rightarrow d = 5 \cdot 10^{-6} \text{ (м)}. \end{cases}$$

$$\sin\varphi = mhcN/(\Delta t P d) = 4 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 6,29 \cdot 10^{15} / (1 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-6}) = 0,5; \quad \varphi = \underline{30^\circ}$$