

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 06

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Роботфест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Дрожиной Дарья Дмитриевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Решена 12.23
Вернулся 12.38
Время 14.14
ВЕРНУЛАСЬ 14.18

Дата
«12» апреля 2025 года

Подпись участника

[Подпись]

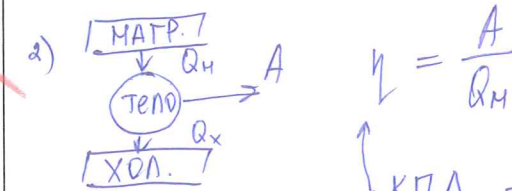
22-49-95-89
(153.2)

П2 Вопрос



$$K = \frac{Q_n}{A} = \frac{1}{\eta}$$

ЧИСТОВИК

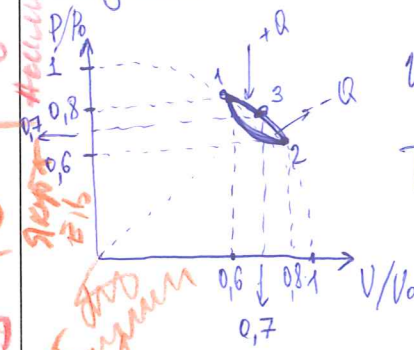


КПД тепловой машины - это отношение полезной работы к затраченной. На схеме (2) $A_{полезная} = A$, $A_{затрач.} = Q_n$.

Для теплового насоса (1) коэф. транс. $K = \frac{Q_n}{A}$, т.е.

$$K = \frac{1}{\eta}$$

Задача



1) Найти температуру на изотерме.

Из ур-я Менг.-Клар.: $PV = \nu RT$
 $T_{min} = T = \frac{P_1 V_1}{\nu R} = \frac{0.8 P_0 \cdot 0.6 V_0}{\nu R} = \frac{0.48 P_0 V_0}{\nu R} (K)$

тогда работа на этой изотерме:

$$A = \nu R T_{min} \ln \left(\frac{V_k}{V_n} \right) = \frac{\nu R \cdot 0.48 P_0 V_0}{\nu R} \cdot \ln \left(\frac{0.8}{0.6} \right) = 0.48 P_0 V_0 \cdot \ln \left(\frac{8}{6} \right)$$

2) Теперь рассм. участок окружности.

$$dV \rightarrow \delta Q = P dV + \frac{3}{2} d(PV) = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$P^2 + V^2 = \left(\frac{P_0}{V_0} \right)^2 \Rightarrow \frac{5}{2} \sqrt{\frac{P_0^2}{V_0^2} - V^2} dV + \frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} dP$$

$$V_k = 0.4 V_0$$

т.е. до V_k $Q_{into} + Q$, а после стало $-Q$, значит в точке (3) температура будет максимальной.

$$T_{max} = T_3 = \frac{P_3 V_3}{\nu R} = \frac{0.7 P_0 \cdot 0.8 V_0}{\nu R} = \frac{0.49 P_0 V_0}{\nu R} (K)$$

$$\eta = \frac{T_{max} - T_{min}}{T_{max}} = \frac{0.49 - 0.48}{0.49} = \frac{0.01}{0.49} \approx 0.02$$

$$\frac{P_0^2 - V_0^2}{V_0^2} = \frac{100 - 9.6}{40} = 2.4$$

$$\Delta T_{\text{max}} - T_{\text{min}} = \frac{0,49 R V_0}{R} - \frac{0,48 R V_0}{R} = \frac{0,01 R V_0}{R} \quad \text{ЧИСТОВИК}$$

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_{\text{min}}} = \frac{0,49}{0,48} = \frac{49}{48} = 1 \frac{1}{48} \approx 102\% \quad \ominus$$

$$\boxed{\Delta T \approx 2\%} \leftarrow \text{Ответ 1}$$

$$K = \frac{Q_H}{A} = \frac{1}{\eta}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_K}{Q_H}$$

$$\Delta Q = A + \Delta U$$

$$Q_H = Q_{\text{т}} + Q_{\text{из}} = A_T + Q_{\text{из}}$$

$$Q_{\text{из}} = A_{\text{из}} + \frac{3}{2} \sigma R T \approx \frac{0,48 + 0,8 R}{2} \cdot 0,1 V_0 + \frac{3}{2} \sigma R (T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) =$$

$$= \frac{1,5 R}{2} \cdot 0,1 V_0 + \frac{3}{2} \sigma R \left(\frac{0,01 R V_0}{R} \right) = \frac{1,5 R}{2} \cdot 0,1 V_0 + 0,015 R V_0 =$$

$$= 0,09 R V_0$$

$$Q_H = 0,09 R V_0 + 4,8 R V_0 \cdot \ln \left(\frac{8}{6} \right) \approx 1,53 R V_0$$

$$K = \frac{1,53 R V_0}{1,38 R V_0} = \frac{51}{46} \approx 1 \frac{5}{46} \approx 1 \frac{1}{10} \approx 110\%$$

$$\boxed{K \approx 110\%} \leftarrow \text{Ответ 2.}$$

ЧЕРНОВИК.

СИ - СИ₀ - СИ

СИ - СИ + СИ₀

$$d = 0,42 - f$$

$$\frac{1}{0,42 - f} + \frac{1}{f} = 10$$

$$\frac{f + 0,42 - f}{f(0,42 - f)} = 10$$

$$\frac{0,42}{0,42f - f^2} = 10$$

$$-10f + 4,2f - 0,42 = 0$$

$$10f - 4,2f + 0,42 = 0$$

$$A = \frac{5,4}{20}$$

$$f = \frac{4,2 \pm \sqrt{24}}{20}$$

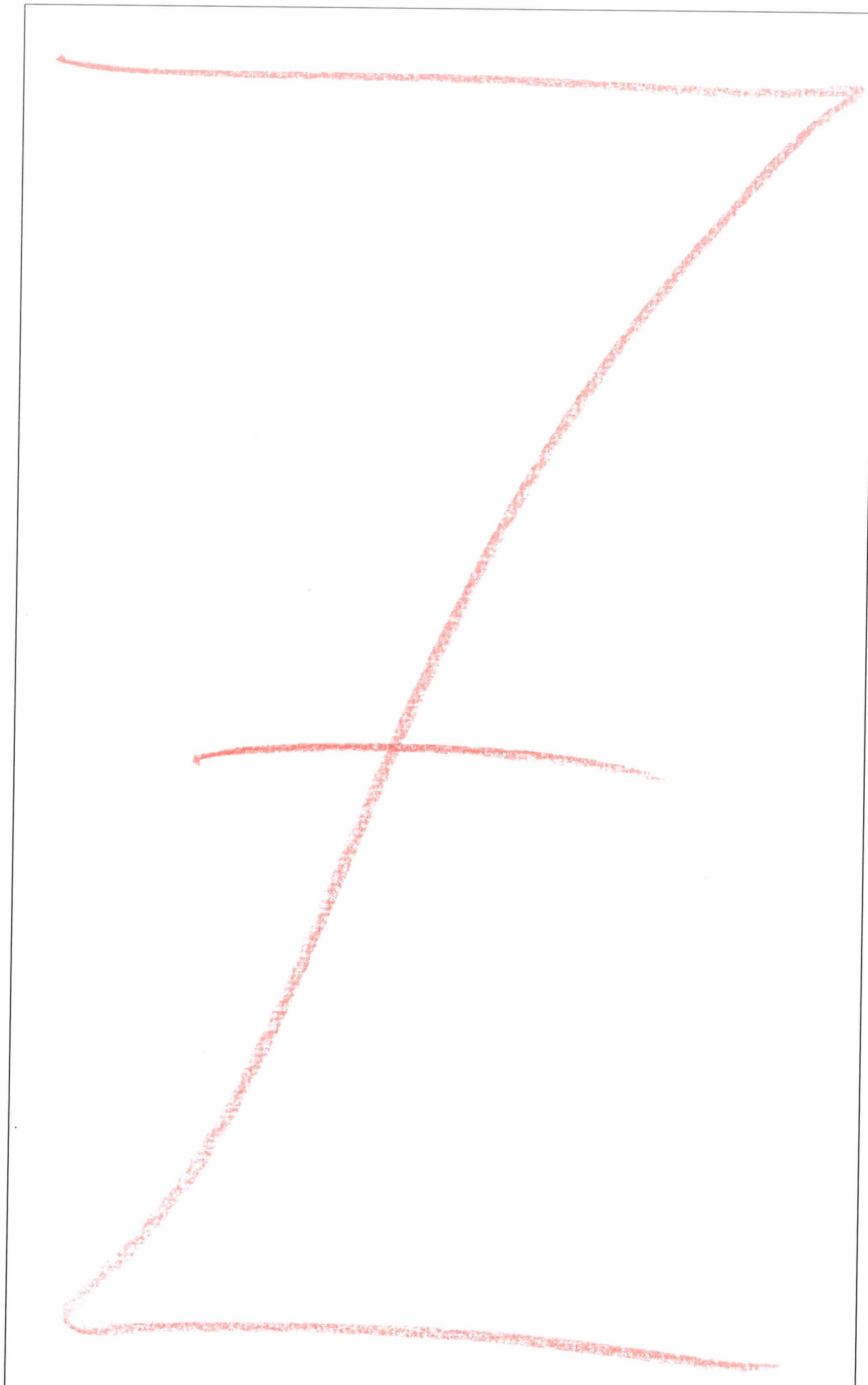
$$\frac{2\epsilon_1 - 3\epsilon_2}{R + \epsilon} \left(\frac{2\epsilon_1 - 3\epsilon_2}{2} - \frac{C U_0^2}{2} - 210 \cdot \Delta Q \right)$$

$$\left(\frac{3\epsilon_1 - \epsilon_2}{2} - \frac{3 C R^2 \Delta Q}{8} - 210 C R \right)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{1}{f} =$$

$$d = \frac{F f}{1 - F}$$



22-49-95-89
(153.2)

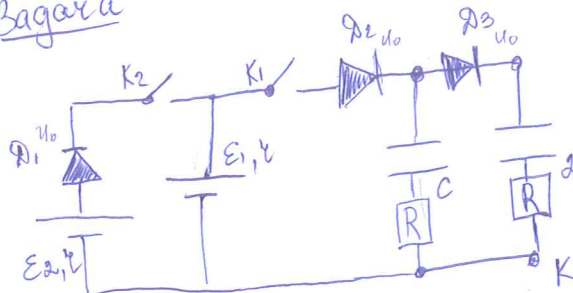
Вопрос **ЧИСТОВИК**

$U_0 = 2В$
 $C = 50 \text{ нФ}$
 $U = 5В$

$Q_1 = CU$
 $Q_2 = C(U - U_0)$

На диоде выделяется $Q_2 = 0,2 \text{ Дж}$

Задача



$A_{\text{ист}} = \Delta E_c + \Delta Q$
 $A_{\text{ист}} = E \Delta Q$
 $Q_0 = 0 \text{ (до } K_1 \text{)}$
 $I_1 = \frac{E_1 - U_0}{R + r} + \frac{E_1 - 2U_0}{R + r} = \frac{2E_1 - 3U_0}{R + r}$

~~$K_1: I_1 = \frac{E_1 - U_0}{R + r} + \frac{E_1 - 2U_0}{R + r} = \frac{2E_1 - 3U_0}{R + r}$~~

~~$U_{C1} = \left(\frac{2E_1 - 3U_0}{R + r} \right) R$~~

~~$Q_1 = \frac{3CR}{2} \left(\frac{2E_1 - 3U_0}{R + r} \right)$~~

~~$A_{\text{ист}} = \Delta E_{C1} + 2Q_1 + 2Q_2 + Q_3$~~

~~$2Q_1 = C_1 \left(\frac{3CR}{2} \left(\frac{2E_1 - 3U_0}{R + r} \right) - \frac{3C}{8} \left(\frac{2E_1 - 3U_0}{R + r} \right)^2 R^2 - 2U_0 \left(\frac{3CR}{2} \left(\frac{2E_1 - 3U_0}{R + r} \right) \right) \right)$~~

~~$2Q_2 = \left(\frac{2E_1 - 3U_0}{R + r} \right) \left(\frac{3E_1 CR}{2} - \frac{3CR^2}{8} \left(\frac{2E_1 - 3U_0}{R + r} \right) - 2U_0 CR \right)$~~

~~$Q = \left(\frac{2E_1 - 3U_0}{R + r} \right) \cdot 3CR \cdot \left(\frac{E_1}{2} - \frac{R(2E_1 - 3U_0)}{8} - U_0 \right) = 0$~~

~~$U_{C1} = U_{C2} = U_0$~~

~~$U_1 = (E_1 - 2U_0)$~~

~~$Q_1 = 3C(E_1 - 2U_0)$~~

~~$A_{\text{ист}} = \Delta E_{C1} + 2Q_1 + 2Q_2 + Q_3$~~

~~$(2Q_2) = 3E_1 C(E_1 - 2U_0) - \frac{3C(E_1 - 2U_0)^2}{2} - 2U_0 C(E_1 - 2U_0)$~~

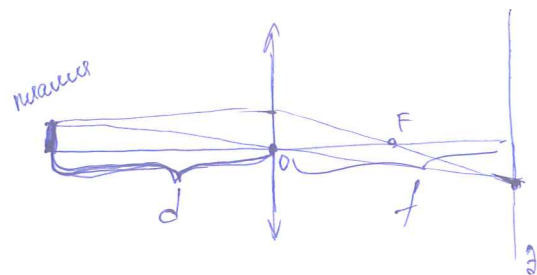
$K_2: A_{\text{ист}} = \Delta E_{C2} + 2Q_1 + 2Q_2 + 3Q_3$

прогоняем сч. далее.

Ваня

$$Q = \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \text{f} \quad \Delta = 10 \text{ gmp.}$$

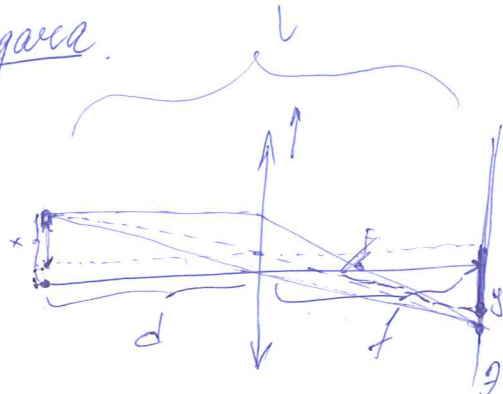
1) Мы имеем собирающую линзу, т.к. виден изобраз.



$$\begin{cases} \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = 10 \\ d + f = 0,72 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} f = 0,6 \\ d = 0,12 \end{cases} \text{ oder } \begin{cases} f = 0,12 \\ d = 0,6 \end{cases}$$

Ответ: на раст. 12 или 60 см. +

Задача.



- 1) меню отображается, т.к. есть изображение на экране.
- 2) двигаю меню ↑, и оно движется
↑↑↑↑↑

Answer 2

v - скорость предмета.
 u - скорость изображения

$$\Gamma = \frac{y}{x} = \text{const}$$

~~$V_1 \rightarrow 2.5 \frac{\text{m/s}}{c}$~~

~~$$\rightarrow H_1 = \frac{E(d(F) - F dd)}{(d-E)^2}$$~~

~~А если извлечь корни из Δx , то и преобразование сводит на Δx~~

номера 1: x - паем ем * го 100
 y - паем ем *' го 100

$$\frac{d}{f} = \frac{x}{y}$$

T.K. $v_2 < v_1$, TO $d_1 < d_2$

$$y' = \left(\frac{f(x)}{d} \right)' = \frac{f(x)'d - f(x)d'}{d^2} = \frac{f(x)d - 0}{d^2} = \frac{f(x)d}{d^2} = \frac{f(x)}{d} = y$$

$$U_1 = \frac{f_1 v_1 d_1}{d_2} = 2,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

$$U_2 = \frac{f_2 d_2 v_2}{d_1}$$

$$U_1 = 2,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

$$U_2 = 2,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

$$U_2 = \frac{U_1 d_1}{f_1}$$

$$U_2 = \frac{U_1 d_1}{f_1} = U_2 \left(\frac{f_1}{d_1} \right) = U_2 \left(\frac{d_1}{f_1} \right)^{-1}$$

$$U_1 = \frac{U_2 d_1}{f_1} = U_1 \left(\frac{d_1}{f_1} \right)^{-1}$$

$$U_2 = U_1 \left(\frac{v_1}{U_1} \right)^{-1}$$

$$U_1 = U_2$$

$$U_2 = \frac{U_1 d_1}{f_1}$$

$$U_1 = \frac{f_1 v_1}{d_1}$$

$$U_2 = \frac{f_2 v_2}{d_2} = \frac{d_1 v_2}{f_1} = \frac{v_2}{U_1 v_1}$$

$$U_2 = \frac{1}{U_1} = \frac{1}{2,5} = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

$$f_1 \cdot d_1 = f_2 \cdot d_2 \Rightarrow \frac{f_1}{d_2} = \frac{f_2}{d_1}$$

$$\frac{f_1}{d_1} = \text{const} = \frac{f_2}{d_2}$$

$$d_2 = \frac{f_1 d_1}{f_2}$$

$$d_1 < d_2 \quad f_1 > f_2$$

$$l - f = d$$

$$\frac{f_1}{d_1} = \frac{f_1}{l - f_1} = \frac{f_1}{l} - 1$$

$$\frac{f_2}{d_2} = \frac{f_2}{l - f_2} = \frac{f_2}{l} - 1$$

$$f_1 = d_2$$

$$d_1 = f_2$$

$$v_1 = v_2$$

$$U_1 = U_2$$

$$U_2 = \frac{U_1 d_1}{f_1}$$

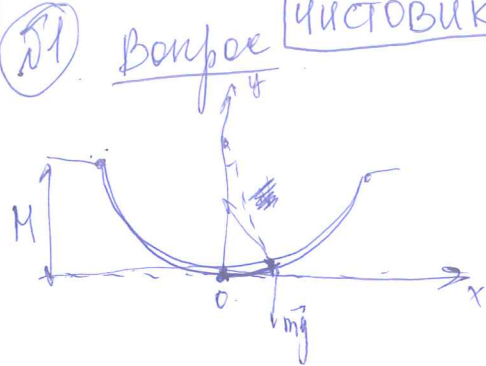
$$U_1 = \frac{f_1 v_1}{d_1}$$

$$U_2 = \frac{f_2 v_2}{d_2} = \frac{d_1 v_2}{f_1} = \frac{v_2}{U_1 v_1}$$

$$U_2 = \frac{1}{U_1} = \frac{1}{2,5} = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

Вопрос ЧИСТОВИК



$$y(x) = M \cos\left(\frac{x}{h}\right) \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{h}}$$

$$\max = mg$$

$$x(t) = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

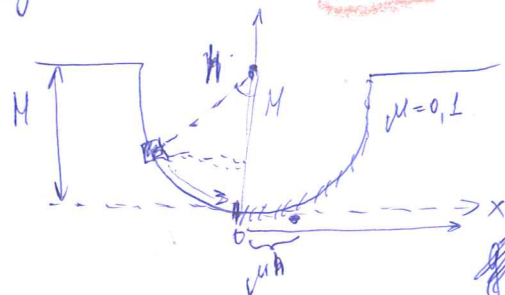
$$\dot{x}(t) = -A\omega \sin(\omega t) + B\omega \cos(\omega t)$$

$$t=0: \quad A=x_0$$

$$B = \frac{v_0}{\omega}$$

$$y(x) = \text{---} = x M \sin\left(\frac{x}{h}\right)$$

Задача:



(—) — ровная поверхность
(ш) — поверхность с μ .

$$t_0 = 0,6 \text{ с.}$$

$$h = M - M \cos\left(\frac{x}{h}\right) \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{h}}$$

$$g_0(m) \ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

$$\text{после } (\mu): \quad \ddot{x} + \omega^2 x = -\mu g$$

$$y = \mu h$$

$$\ddot{y} + \omega^2 y = 0$$

$$x(t) = -\mu h A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

Задача:

Продолжение 53

до завершения
К-2: $q = C U =$

$$Q_{\text{всв}} = 3\varepsilon_1 C (\varepsilon_1 - 2U_0) - \frac{3C(\varepsilon_1 - 2U_0)^2}{2} - 6U_0 C (\varepsilon_1 - 2U_0) =$$

$$= 3C(\varepsilon_1 - 2U_0) \left(\varepsilon_1 - \frac{\varepsilon_1 + 2U_0}{2} - 2U_0 \right) =$$

$$= 3C(\varepsilon_1 - 2U_0) \left(\frac{\varepsilon_1 - 4U_0}{2} \right) = 3 \cdot C(-1) \left(-\frac{1}{2} \right) = \frac{3}{2} C =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 50^{-3} = 0,75 \text{ Дж.} \leftarrow \text{ответ 1.}$$

$$K-2: I_2 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{\varepsilon_1 \varepsilon_2} \cdot \frac{R}{2} = \frac{2(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{\varepsilon_1 \varepsilon_2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} R$$

$$U_{\text{ср}} = \left(\frac{2(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{\varepsilon_1 \varepsilon_2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} \right) \cdot \frac{R}{2} = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2) R}{\varepsilon_1 \varepsilon_2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}$$

$$I_2 = \frac{C R (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{\varepsilon_1 \varepsilon_2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}$$

$$\Delta q = q_1 - q_2$$

$$\Delta q = \frac{C R (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{\varepsilon_1 \varepsilon_2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} = 3C(\varepsilon_1 - 2U_0)$$

$$A_{\text{всв}} = \left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{\varepsilon_1 \varepsilon_2} \right) \cdot \Delta q$$

$$\Delta E_{\text{св}} = \frac{3C(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)^2 R^2}{(\varepsilon_1 \varepsilon_2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2))^2} - \frac{3C(\varepsilon_1 - 2U_0)^2}{2}$$