



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 06

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Роботест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Алексина Андрей Сергеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход 12:57
Возвращение 12:58
Выход доп лист +1
Выход 14:06
ВЕРНУЛСЯ 14:08
+1 лист 14:42

Дата
«12» апреля 2025 года

Подпись участника
АА

$(\partial RT)^2 + v^2 = 1$
 $(\partial RT)^2 = (1-v^2)v^2$
 $T(v) = \frac{(1-v^2)v^2}{(\partial^2 R)^2}$
 $T'(v) = \frac{p}{\partial RT}$, она будет
 максимальна при $p=v$
 $T'(v) = p=v$
 Максимальная температура будет
 в середине второго
 прохода, то есть на прямой $p=v$
 П.К. график второго прохода, $v^2 + p^2 = 1$, на каждой
 точке, при $v^2 = \frac{1}{2}$
 которой $p=v$
 $v_2^2 + v_2^2 = 1$
 $v_2^2 = \frac{1}{2} \Rightarrow v_2 = \pm \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$
 $\partial RT_{\max} = \frac{p_2 v_2}{\partial R} = \frac{\sqrt{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$
 $\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{0,5}{\partial RT_{\max}}$
 $\partial RT_{\max} = 0,5 \sqrt{2} = 0,707$
 $T_{\max} = \frac{0,5}{0,707} = 0,707$
 $T_{\min} = \frac{0,5}{0,48} = 1,042$
 $\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = \frac{0,707}{1,042} = 0,678$
 максимальная температура больше
 минимальной на 4,2%
 $1 - 0,245 = 0,755$

02-88-97-18
(153.1)

"Криволинейная"
 $N1$
 $R = y(x) = H \cos(x/H)$
 $\frac{x}{H}$

 $\cos(\frac{x}{H}) = 1$
 $x = 2\pi H$

 $v^2 = 2g \Delta y$
 $v^2 = 2g \Delta y$
 $(x'(t))^2 = 2g \cdot H \cos(\frac{x}{H})$
 $xg \Delta = \frac{x}{H}$

 $\sin \alpha = \frac{\Delta x}{\sqrt{\Delta x^2 + H^2}}$
 $x''(x) + \frac{g}{H} x = 0$
 $g \Delta = m$
 $\Delta x = x''$
 $\sqrt{\Delta x^2 + H^2}$
 $x'' + \frac{x}{H} = 0$

Чертовик



$$\alpha - \zeta$$

$$2\vec{r} \cdot \vec{v}$$

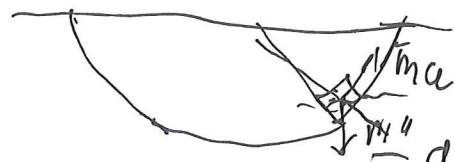


$$v^2 = 2gh$$

$$-mg \sin \alpha = ma$$

$$2v^{\frac{1}{2}}(x) \cdot v'(x) = 2 \cdot g \cdot \sqrt{2x}$$

$$-g \alpha = a$$



$$2\vec{r} \cdot \vec{v} = 2\vec{r} \cdot \vec{v}$$

$$\alpha = \frac{\zeta}{R}$$

$$-g \cdot \sin \alpha = x''$$

$$-g \cdot \frac{x}{H - H \cos(\frac{x}{H})} = x''$$

$$x'' + g \cdot \frac{x}{H - H \cos(\frac{x}{H})} = 0$$

$$x'' (H - H \cos(\frac{x}{H})) + gx = 0$$

$$x = A \cos \left(\sqrt{\frac{g}{H}} t \right)$$

из вопроса получили значение α

$$\alpha_1 = 0,12 \text{ рад} \quad \alpha_2 = 0,6 \text{ рад} \quad \alpha_1 < \alpha_2 - \text{вытеснено}$$

$$v_2 = \frac{v_1 \cdot 0,12}{0,6} = 2,5 \text{ м/с} \cdot 0,2 = 0,5 \text{ м/с}$$

Ответ: 0,5 м/с (+)

Вопрос.

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

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

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

Задача T_{min} миним

Минимальная температура будет на изотерме, T_{min}

По закону Клапейрона-Менделеева

$$v_1 p_1 = \nu R T$$

$$T_{min} = \frac{v_1 p_1}{\nu R} = \frac{0,8 \cdot 0,6}{\nu R} = 0,48 \text{ К}$$

График второго процесса

$$p^2 + v^2 = \text{const}$$

$$p v = \nu R T = \tau$$

$$p = \frac{\nu R T}{v}$$

$$v_2 < v_1 \quad \frac{(d_2 + t_2)v_{12}}{d_2} < \frac{(d_1 + t_1)v_{11}}{d_1} \text{ из формулы } \gamma$$

$$d_2 + t_2 = d_1 + t_1 = L$$

$$v_{11} = v_{12} = v_1$$

$$\frac{L v_1}{d_2} < \frac{L v_1}{d_1}$$

$$d_1 < d_2$$

$$\frac{v_1 d_1}{d_1 + t_1} = \frac{v_2 d_2}{d_2 + t_2}$$

$$v_2 = \frac{v_1 d_1}{d_2}$$

По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2}$$

$$t_1 + d_1 = L$$

$$t_1 = L - d_1$$

$$t_2 + d_2 = L$$

$$t_2 = L - d_2$$

$$\frac{1}{L - d_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{L - d_2} + \frac{1}{d_2}$$

$$\frac{d_1 + L - d_1}{(L - d_1)d_1} = \frac{d_2 + L - d_2}{(L - d_2)d_2}$$

$$L(L - d_2)d_2 = L(L - d_1)d_1$$

$$Ld_2 - d_2^2 = Ld_1 - d_1^2$$

$$L(d_2 - d_1) = (d_2 - d_1)(d_2 + d_1)$$

$$d_1 + d_2 = L$$

02-88-97-18
(153.1)

чертowski

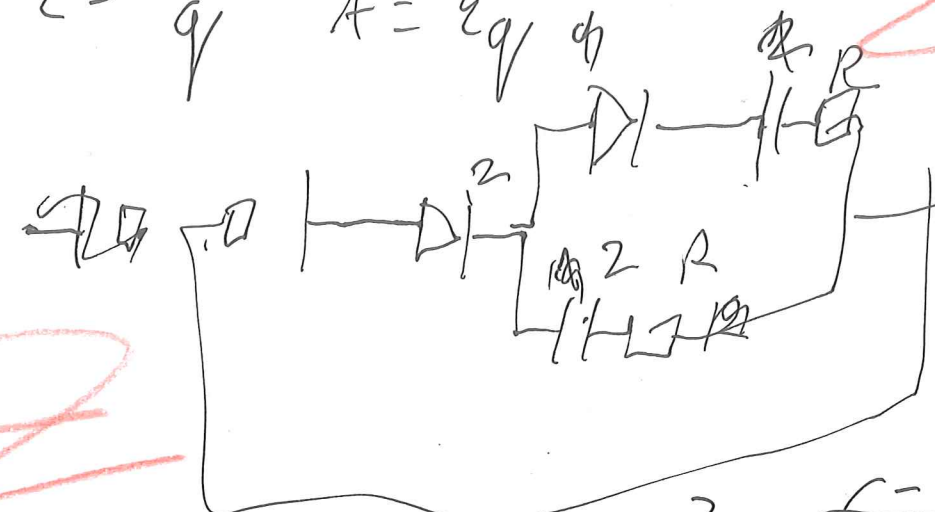
$$x^2 + y^2 = 1 \quad y = \sqrt{1 - x^2}$$

$$xy = 5$$

$$y(x) = x \sqrt{1 - x^2}$$

$$\varepsilon = \frac{A}{q}$$

$$A = \varepsilon q \quad \varphi$$

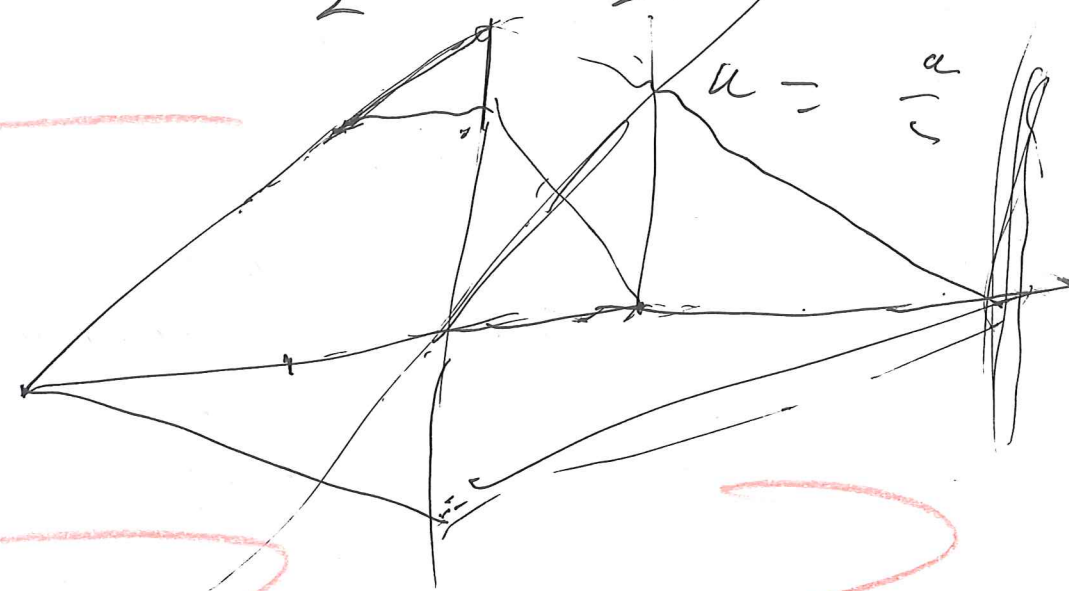


$$2L$$

$$\frac{\varepsilon q^2}{2C} = \frac{q^2}{2C} \quad C = \frac{q}{u}$$

$$\frac{\varepsilon u \cdot q}{2C} = \frac{qu}{2} \quad C = \frac{q}{u}$$

$$\frac{Cu^2}{2} = \frac{qu}{2} \quad u = \frac{a}{c}$$



Итоговик

№ 3

1

Вопрос

Конденсатор разрядится до напряжения 20 м.к. дальше он не сможет разрядиться т.к. диод не пропустит ток. +

Заряд, прошедший через конденсатор

$$q_0 = q_0 - q_2, \Delta q = q_0 - q_1, q_0 - \text{начальный заряд, } q_1 - \text{конечный заряд}$$

Заряд, q_1 - конечный заряд

$$q_0 = \epsilon \cdot C \cdot U_0$$

$$U_0 = 50$$

$$q_0 = 50 \cdot 10^{-6} \cdot 5 = 250 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$q_1 = \epsilon \cdot C \cdot U_1, U_1 = 20$$

$$q_1 = 20 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$\Delta q = q_0 - q_1 = 250 \cdot 10^{-6} - 100 \cdot 10^{-6} = 150 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

Q_g - тепло, выделяющееся на диоде

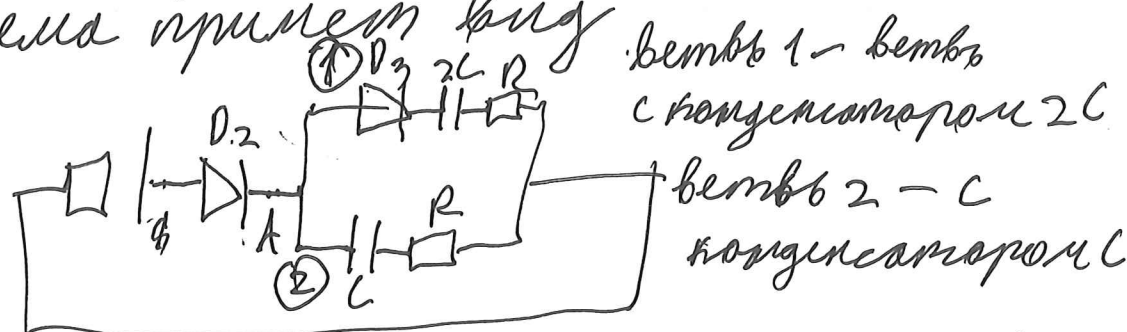
$$Q_g = \Delta q \cdot U_g = 150 \cdot 10^{-6} \cdot 2 = 300 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} =$$

$$= 300 \text{ мкДж} \quad \text{Ответ: } 300 \text{ мкДж} \oplus$$

Задача

После замыкания ключа K_1

схема примет вид

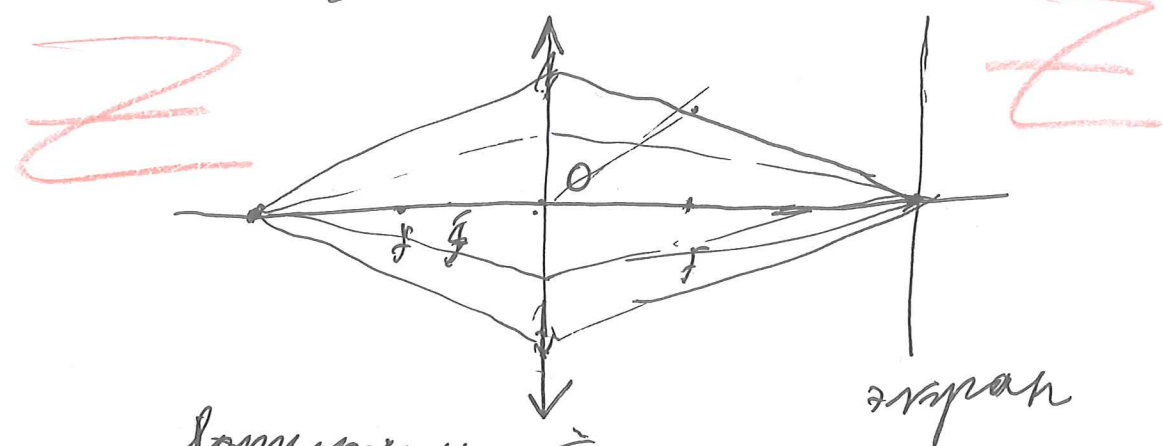


Вопрос. Если заряд на конденсаторах уменьшится в точке А будет 20 м.к. $U < 0,10 \text{ м} = 1 \text{ м} \rightarrow 0$

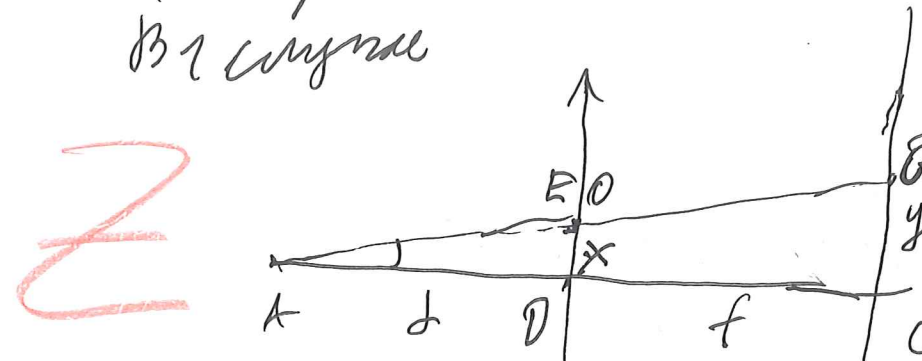
Итоговик

6

точка O - центр мизы



допустим переместим мизу на x вверх
В 1 случае



луч AB - не преломится

$$\Delta AED \sim \Delta ABC; O - \text{центр изображения}$$

$$\frac{AD}{AC} = \frac{ED}{OC}$$

$$\frac{d_1}{d_1 + f} = \frac{x}{y}$$

$$x = y \cdot \frac{d_1}{d_1 + f} \quad / \Delta t$$

$$v_1 = \frac{v_2 d_1}{d_1 + f} \quad v_1 - \text{скорость мизы в первом случае}$$

во втором случае

$$v_{12} = \frac{v_2 d_2}{d_1 + f_2} = v_2 = \frac{(d_1 + f_2) v_{12}}{d_2}$$

числовых

НЧ

5

Вопрос $d + f = 0,42 \text{ м} = 1$ $d + f = 0,42 - d$

$$D = \frac{1}{f} = 10 \text{ дптр}$$

По формуле тонкой линзы

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

d - расстояние от
племени до линзы
 f - расстояние от
линзы до изображения

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{0,42 - d}$$

$$D = \frac{0,42 - d + d}{(0,42 - d)d} = 1(0,42 - d) \quad D = 0,42$$

$$(0,42d - d^2) = \frac{0,42}{10}$$

$$-d^2 + 0,42d - 0,042 = 0$$

$$d^2 - 0,42d + 0,042 = 0$$

$$d = 0,4813$$

$$d = \frac{0,42 \pm 0,48}{2} = 0,42$$

$$d_1 = 0,12$$

$$d_2 = 0,6$$

Ответ $0,12 \text{ м}$ или $0,6 \text{ м}$

Задача

d - расстояние от светодиада
до линзы, f - расстояние от линзы
до светодиада

02-88-97-18

(153.1)

числовых

На ветви 1 и 2 будет напряжение

$2U = 1$ оба конденсатора заряжены
до U напряжения $U_1 - U_2$ или $U_1 - 2U$

Заряд, который пройдет
через ветвь 1 $q_1 = 2C \cdot U_2$ ($U_2 = 2U$),
заряд, который пройдет через ветвь
2 $q_2 = C \cdot U_2$

т.к. когда конденсаторы заряжены
до напряжения $U_1 - 2U$ разность
потенциалов в цепи стала U_2 и,
токи пойдут. $\Rightarrow$ заряд, который
пройдет через ветвь 1 $q_1 = 2C(U_1 - U_2)$,
заряд, который пройдет через
ветвь 2, $q_2 = C(U_1 - U_2)$, общий
заряд $q_{\text{общ}} = q_1 + q_2 = 2C(U_1 - U_2) + C(U_1 - U_2) =$
 $= 3C(U_1 - U_2)$

Работа источника $A_{\text{ист}} = 3C(U_1 - U_2)U_1$

Тепло выделяется на диоде P_2 $Q_{P2} = U_2 \cdot 3C(U_1 - U_2)$

Тепло выделяется на диоде P_3 $Q_{P3} = U_2 \cdot 2C(U_1 - U_2)$ т.к. диод расположен

на ветви 1.

Энергия конденсатора на ветви 1

$$W_{K1} = \frac{q_{K1}^2}{2C} = 2C$$

Чистовик №3 продолжение

$$Q_{R1} = A_{ист} - Q_{D2} - V_{K1}$$

$$Q_{R1} = C(\xi - u_g) \left(\xi - u_g - \frac{(\xi - u_g)}{2} \right) =$$

$$= C(3-2) \left(3-2 - \frac{(3-2)}{2} \right) = C \cdot (1-0,5) = 0,5C$$

~~За год на раздате все время было напряжением $u_g = 20$~~

После замыкания ключа K_2 конденсатор зарядится до $q = C(\xi_2 - u_g)$

Заряд, который прошел

$$\Delta q = C(\xi_2 - u_g) - C(\xi_1 - u_g) =$$

$$= C(\xi_2 - u_g - \xi_1 + u_g) = C(\xi_2 - \xi_1)$$

$$A_{ист} = C(\xi_2 - u_g - \xi_1 + u_g) \cdot \xi_2 =$$

$$= C\xi_2(\xi_2 - \xi_1)$$

$$Q_{D1} = u_g \cdot C(\xi_2 - \xi_1) = Q_{D2}$$

$$V_{K2} = \frac{C(\xi_2 - u_g)^2}{2C} = \frac{C(\xi_2 - u_g)^2}{2}$$

$$A_{ист} = Q_{D1} + Q_{D2} + V_{K2} - V_{K1} + Q_{R2} = ?$$

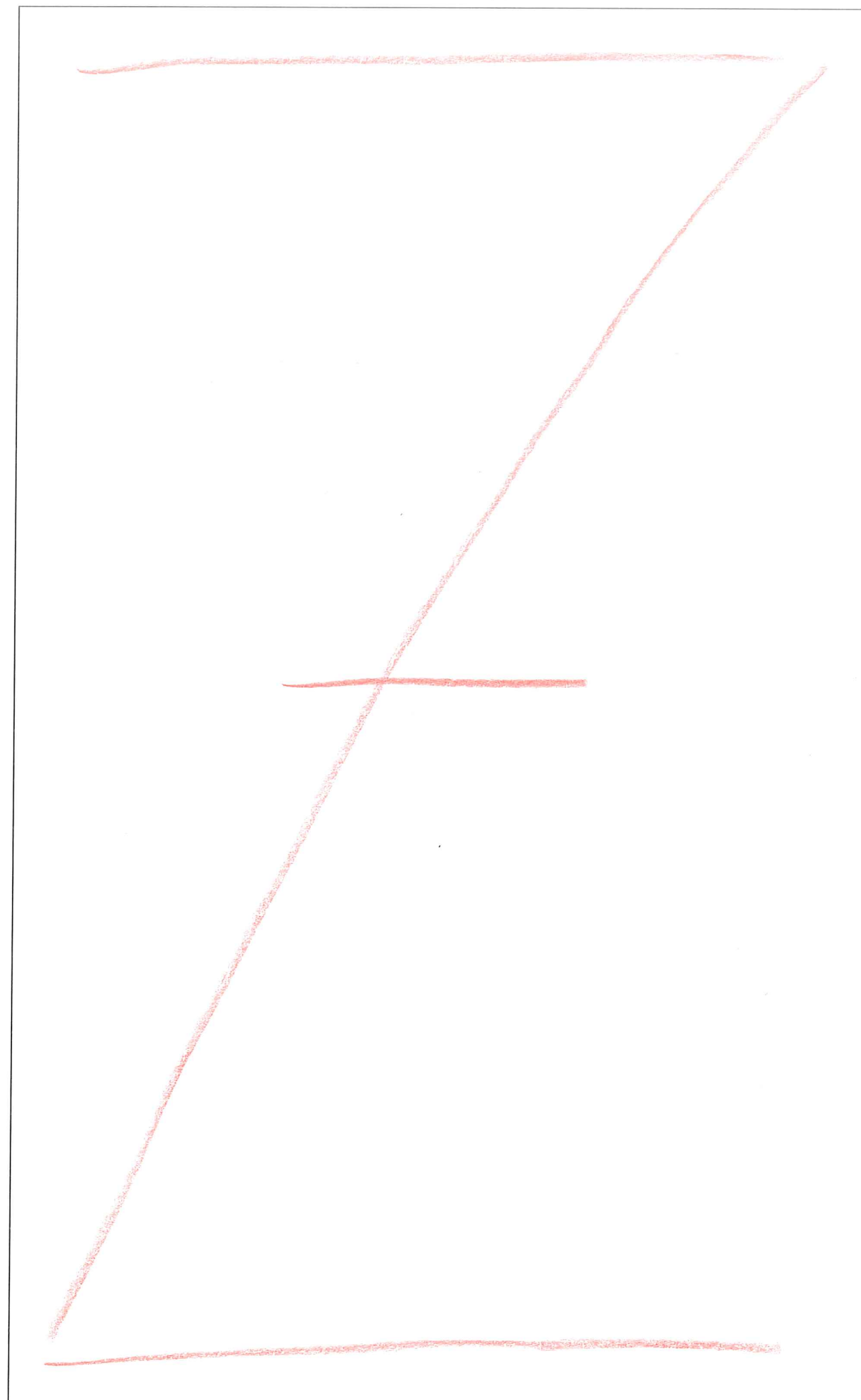
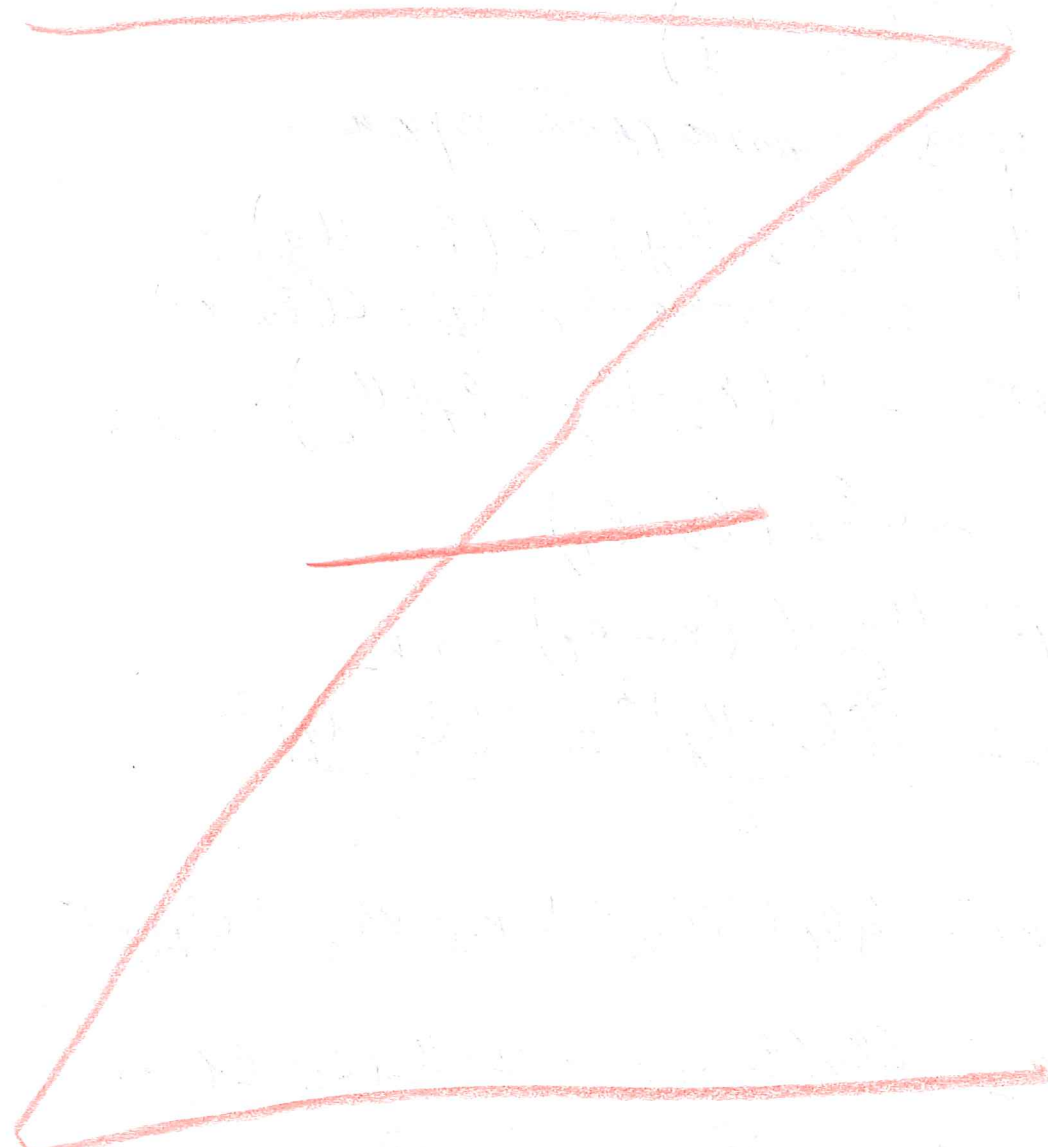
$$Q_{R2} = C\xi_2(\xi_2 - \xi_1) - 2C u_g(\xi_2 - \xi_1) -$$

$$- \frac{C(\xi_2 - u_g)^2}{2} + \frac{C(\xi_1 - u_g)^2}{2} =$$

$$\begin{aligned}
 &= C(\xi_2 - \xi_1)(\xi_2 - 2u_g) - C \frac{(1-2)^2}{2} + \\
 &\quad \frac{C(3-2)^2}{2} - C(9-3)(9-4) - \frac{44C}{2} + \frac{C}{2} = \\
 &= 30C - \frac{46C}{2} - \frac{46C}{2} = 4C
 \end{aligned}$$

$$Q_{R1} = 0,5C = 25 \text{ мкДж} \oplus$$

$$Q_{R2} = 4C = 350 \text{ мкДж} \ominus$$



первый

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$C = \frac{d}{u}$$

$$q = CU$$

$$10 = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_1}$$

$$-g \sin \alpha = a$$

$$10d_2 + d_1 = d_1 + d_2$$

$$10d_1 = d_1 + d_2$$

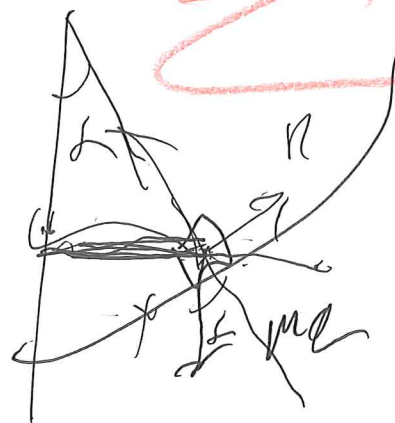
$$mg \sin \alpha = \mu$$

$$y^2 \cdot R \cdot A_k$$

$$q \cdot U \cdot A_k$$

$$q \cdot U$$

$$L = 1 \cdot 2 = 0.4$$



$$-g \sin \alpha = a$$

02-88-97-18
(153.1)читаем Пусть $x = p$; $y = v$

10

График второго процесса это $x^2 + y^2 = 1$, найдем максимальное значение $x \cdot y$ при помощи функции S . $x = \sqrt{1 - y^2}$ т.к. $y \geq 0$ и $x \cdot y$ не должно быть больше нуля

$$S(y) = y \sqrt{1 - y^2}$$

$$S'(y) = \sqrt{1 - y^2} + y \cdot \frac{-2y}{2\sqrt{1 - y^2}} = 0$$

$$2(1 - y^2) = 2y^2$$

$$2 - 2y^2 = 2y^2$$

$$4y^2 = 2$$

$$y^2 = \frac{1}{2}$$

$$y = \sqrt{\frac{1}{2}}$$



$y = \sqrt{\frac{1}{2}}$ — точка максимума

$$x = \sqrt{1 - \frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{1}{2}} = y$$

т.к. $R = V = \sqrt{\frac{1}{2}}$ — мы нашли

мы получили p и v , при которых $p \cdot v$ будет иметь максимальное значение, а значит и температура примет максимальное значение т.к.

$$T = \frac{pV}{R} = \frac{pV}{C \cdot R}$$

$$T_{\max} = \frac{P_2 V_3}{\partial P} = \frac{\sqrt{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}}{\partial P} = \frac{0,5}{\partial P} \text{ мисловки}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = \frac{0,5}{\partial P} \cdot \frac{\partial P}{0,48} \approx 1,042$$

$$\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = 104,2\% = 7 \text{ максимальная}$$

температура больше минимально на 4,2%.

изменение внутренней энергии на обоих процессах равно нулю. т.к.

температура на изотерме не меняется работа на изотерме равна

$$A_{\text{из}} = \partial R T \ln\left(\frac{V_K}{V_H}\right) = P_1 V_1 \ln\left(\frac{V_K}{V_H}\right) = 0,8 \cdot 0,6 \cdot \ln\left(\frac{0,8}{0,6}\right)$$

$$\ln\left(\frac{0,8}{0,6}\right) \approx 0,1388 \text{ мисловки}$$

~~работы на втором процессе равна~~

Разобьем работу на втором процессе на N частей $N \rightarrow \infty$

$$dA = p \cdot dV = \sqrt{1-p^2} \cdot dV = \sqrt{1-v^2} \cdot dV$$

$$A_{\text{обш}} = \int_{0,6}^{0,8} dA = \int_{0,6}^{0,8} \sqrt{1-v^2} \cdot dV =$$

$$\frac{2(1-v)^{\frac{3}{2}}}{3} \Big|_{0,6}^{0,8} = \frac{2}{3} \left((1-0,8)^{\frac{3}{2}} - (1-0,6)^{\frac{3}{2}} \right) =$$

$$= \frac{2}{3} \left((1-0,8)^{\frac{3}{2}} - (1-0,6)^{\frac{3}{2}} \right) \approx 0,2453 \text{ мисловки}$$

$$K = \frac{P_K}{A_{\text{из}}} \approx 1,78$$

$$K = 178\%$$

Выполнены пункты критерия:

п. 1, п. 2, п. 3, п. 4, п. 5 ± 10%
 $\Rightarrow 75$