



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 6

Место проведения г. Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Роботест  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Бикбулатова Динара Саматовича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выдан зан. мес. + 1

Дата

«12» апреля 2025 года

Подпись участника

Бикбулатова

45-72-20-76  
(153.1)

Задача 2)

Вопрос:

Помню, что 1ый закон для теплового насоса "работает"  $Q = A + Q_2$ . Коэффициент трансформации данного устройства есть  $\kappa = \frac{Q_H}{A_2}$ , где  $Q_H$  ~ тепло нагревателя,  $A_2$  ~ работа за цикл, а коэффициент полезного действия тепловой машины есть  $\eta = \frac{A_2}{Q_H}$ .

Тогда  $\kappa = \frac{1}{\eta}$  (ответ на вопрос)

Ответ:  $\kappa = \frac{1}{\eta}$

Задача)

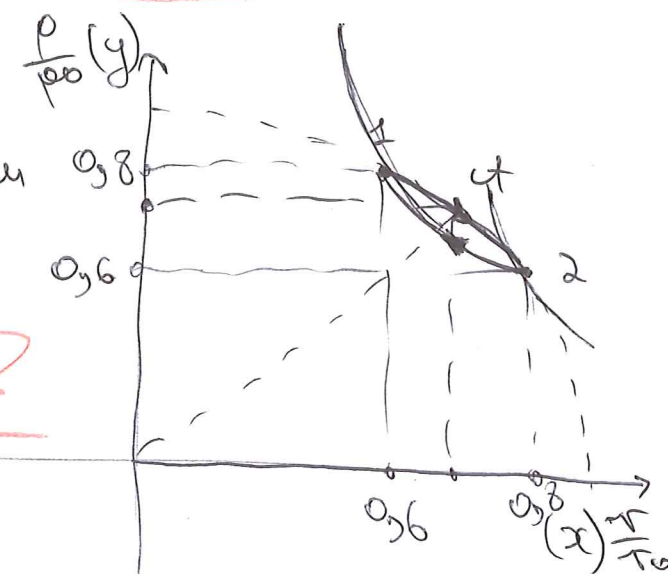
Т.к. участок показан пунктиром явл. окр-ю, т.е.

$$1 = y^2 + x^2$$

$$y_0 = 0; x_0 = 0$$

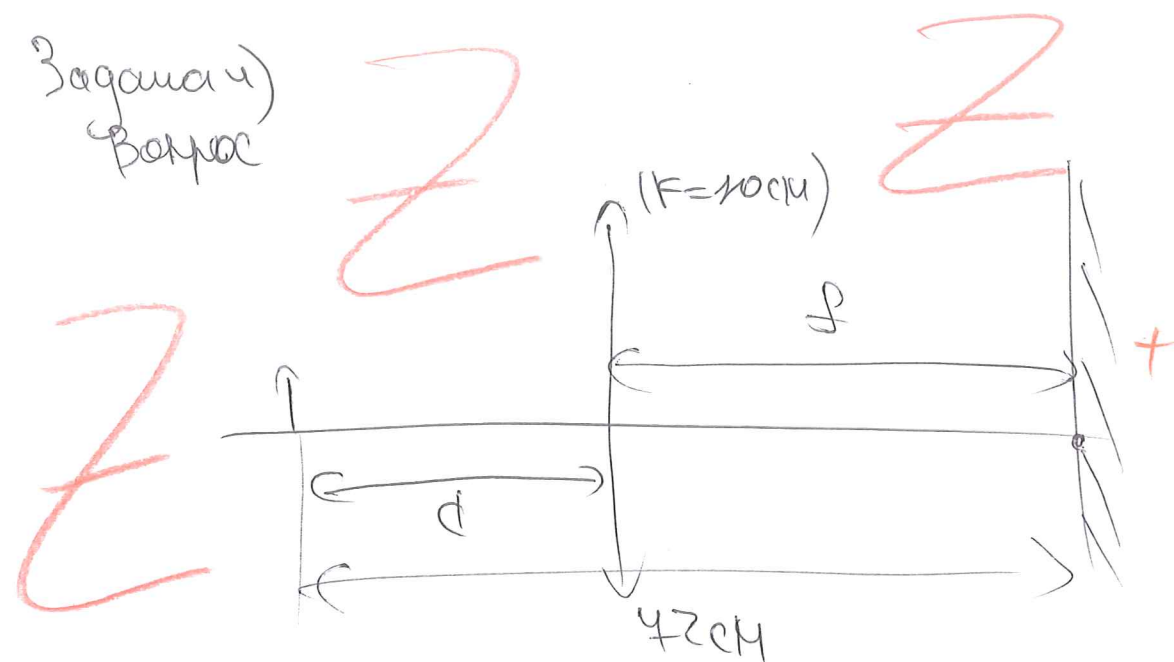
Менделеев - квадратом:

$\frac{\rho T}{\rho_0 T_0} = \frac{1}{\beta T_0} \sim$  данная запись в условных единицах (безразмерные величины)







Задача 4)  
Вопрос

$$D = 10 \text{ см} \Rightarrow F = \frac{1}{10 \text{ см}} = 10 \text{ см}$$

Что значит четкое изобр-ие - это значит что изобр-ие было на экран.

$$d + F = 42 \text{ см} ; \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{d} = +$$

$$= \frac{F}{d-F} = \frac{F}{d} \Rightarrow F = \frac{dF}{d-F}$$

$$d + \frac{dF}{d-F} = 42 \text{ см} \Rightarrow d = 60 \text{ см} + \text{вот он ответ?}$$

45-72-20-76  
(153.1)(Прод задачи 2)  
тогда:

$$\sqrt{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2}} = 2 \cdot \kappa \Rightarrow \kappa = \frac{1}{2} \sim \text{макс.}$$

температура в условных ед-цах.

$$\kappa = 0,5 : 2$$

Т.к процесс 2-1 изотермичен:

$$\frac{p_1 T_1}{p_2 T_2} = 2 \cdot T \Rightarrow T = \frac{0,8 \cdot 0,6}{2} \sim \text{тем-ра}$$

на процессе изотермичности в условных единицах.  
2-й закон (2 = 1/10 \* R)

$$\oplus T = \frac{0,48}{2} \Rightarrow \frac{\kappa}{T} = \frac{0,5}{0,48} = 1,04 \oplus$$

$$\text{тогда } (1,0416 - 1) \cdot 100\% = 4,16\%$$

На 4,16% максимальная тем-ра, больше максимальной.

В точке 1 я беру адiabату, и из этого видно, что на процессе 1-2 тем-ра к газу подводится.

$$Q_{12} = Q_H = \Delta U_{12} + \Delta T_{12} ; \quad \Delta U_{12} = 0 \quad (\text{т.к } T = \text{const})$$

В точке 2 я беру адiabату и видно, что на процессе 2-1 тем-ра от газа отводится.



Прод. задачи 2)

$$Q_x = Q_{21} = \Delta U_{21} + A_{21}; \Delta U_{21} = 0 (T = \text{const})$$

$$A_{21} = \frac{\pi}{2} \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot 0,2 + 0,6 \cdot 0,2 =$$

можно заметить, "подобие" части четвертой  
окр-ти (большой и малой)

$$A_{21} = -\Delta T \ln\left(\frac{0,8}{0,6}\right) = -0,8 \cdot 0,6 \cdot \ln\left(\frac{0,8}{0,6}\right)$$

$$A_{21} < 0, \text{ так } \Delta T < 0.$$

$$\eta = \frac{Q_{12}}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_R}{Q_H} = 1 - \frac{Q_R}{Q_H} =$$

$$= 1 - \frac{A_{21}}{Q_{21}} = 1 - \frac{A_{21}}{Q_{21}} =$$

$$y = 1 - x^2 \Rightarrow y' = -2x \cdot dx = \pm \frac{dx}{dy} = \pm \frac{1}{2x} \Rightarrow \pm \frac{1}{2x} = \frac{1}{2x} \Rightarrow \pm 1 = 1 \Rightarrow \pm 1 = 1$$

$$y = 1 - x^2 \Rightarrow y' = -2x \cdot dx = \pm \frac{dx}{dy} = \pm \frac{1}{2x} \Rightarrow \pm \frac{1}{2x} = \frac{1}{2x} \Rightarrow \pm 1 = 1 \Rightarrow \pm 1 = 1$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{12}}{Q_{21}} = 1 - \frac{0,01366}{0,01366} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{1}{1} =$$

$$= 43,2 \sim (\text{ответ})$$

$$3 \epsilon \cdot 2 C \epsilon = 2 \epsilon \cdot 2 C \epsilon + \frac{2 \epsilon \cdot 2 C \epsilon}{2} + Q_{R2}$$

$$Q_{R2} = C \epsilon \left( 6 \epsilon - 4 \cdot 4 - \epsilon \right) = \frac{1,05}{1,65} \cdot 10^3$$

Ток данной чск-ик и создам нулевой напря-  
жения D3.

$$\epsilon \cdot \frac{5}{3} C \epsilon = \frac{C \left( \frac{5}{3} \cdot \epsilon \right)^2}{2} + \epsilon \cdot \frac{11}{3} C \epsilon + Q_{R1} - W$$

$$Q_{R1} = C \epsilon \left( \frac{5}{3} \epsilon - \frac{\left( \frac{5}{3} \right)^2 \epsilon}{2} - \epsilon \cdot \frac{11}{3} \right) + W$$

$$W = \frac{C \left( \epsilon - \epsilon_0 \right)}{2}$$

правильно из записки!

2 Закон Кирхгофа;

$$3 \epsilon = \epsilon_0 + \epsilon_0 + \epsilon_0 + \epsilon_{2c} \Rightarrow \epsilon_{2c} = \epsilon$$

Друг D3 открыт

$$3 \epsilon = 2 \epsilon_0 + \epsilon_c \Rightarrow \epsilon_c = \frac{5}{3} \epsilon$$

$$q_{D3} = q_{2c} = 2 \epsilon \cdot C$$

$$q_{D2} = q_{2c} + q_c = 2 \epsilon C + \frac{5}{3} C \epsilon = \frac{11}{3} C \epsilon$$

$$q_{D1} = q_{D2} = \frac{11}{3} C \epsilon$$

$$A_{12} = 3 \epsilon \cdot \frac{11}{3} C \epsilon = \frac{2 \epsilon \cdot 2 C \epsilon}{2} + \frac{\left( \frac{5}{3} \epsilon \right)^2 C}{2} - \frac{C \left( \epsilon - \epsilon_0 \right)}{2}$$

$$+ \epsilon_0 \left( 2 \cdot \frac{11}{3} C \epsilon + 2 \epsilon C \right) + Q$$

Прод-ие задачи 3)

$$Q_R = C(\varphi - u_0)(\varphi - u_0) - \frac{C}{2}(\varphi - u_0)^2 = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$$

$$Q_R = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ Дж. } \ominus$$

к2) 2-ой керосин: Правильно, не зашкурено!

$$3\varphi = u_0 + u_0 + u_0 + u_{ze} \quad \text{((не обращайте внимания, зашкурено))}$$

$$u_{ze} > 0 \Rightarrow \text{Резерв } D_3 \sim \text{открыт. что}$$

$$u_{ze} = \varphi.$$

$$3\varphi = u_0 + u_0 + u_0 \Rightarrow u_0 = 5B = \frac{5}{3}\varphi$$

$$\Delta q_{D3} = q_{2c} = 2C \cdot \varphi$$

$$q_{D2} = q_{2c} + q_e = 2C\varphi + C \cdot \frac{5}{3}\varphi = \frac{11}{3}C\varphi$$

Помните, что  $\Delta q_2 = q_{2c} \sim$  ток движется  
вместе с созданием необ-а горизонтальной

матр-ии.  
3C3:

$$q_{D2} = \Delta q_1 + \Delta q_2 \Rightarrow \Delta q_1 = q_{D2} - \Delta q_2 = \frac{11}{3}C\varphi - 2C\varphi = \frac{5}{3}C\varphi.$$

$$\text{Ант} = \varphi \cdot \frac{5}{3}C\varphi + 3\varphi \cdot 2C\varphi = \frac{2C \cdot \varphi^2}{2} + \frac{C \left(\frac{5}{3} \cdot \varphi\right)^2}{2} + 2C\varphi \cdot u_0 + u_0 \cdot \frac{11}{3}C\varphi + u_0 \cdot 2C\varphi + Q_{R1} + Q_{R2}$$

45-72-20-76  
(153.1)

методик  
 $y = ax^2 + bx + c$

$$y = \frac{p}{p_0} = -a \left( \frac{r}{r_0} \right)^2 + b \left( \frac{r}{r_0} \right) + c; c = 1 \frac{p}{p_0}$$

$$0,8 = -a \cdot (0,6)^2 + b(0,6) + 1$$

$$(p_0 = \frac{b}{2a})$$

$$0,6 = -a \cdot (0,8)^2 + b(0,8) + 1$$

$$\frac{-0,2 + a(0,6)^2}{0,6} = b = \frac{-0,4 + a(0,8)^2}{0,8}$$

$$\frac{4}{3}(-0,2 + a(0,6)^2) = -0,4 + a(0,8)^2$$

$$a \left( \frac{4}{3} \cdot 0,6^2 - 0,8^2 \right) = \frac{4}{15} \cdot 0,4$$

$$a = \frac{2}{15} \cdot \left( -\frac{25}{8} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{5}{12}, \text{ тогда } b = +\frac{1}{6}$$

$$\left( \frac{p}{p_0} \right)^2 = \left( \frac{r}{r_0} \right)^2 = \left( \frac{p}{p_0} - y_0 \right)^2 + \left( \frac{p}{r_0} - x_0 \right)^2$$

$$1 = y^2 + x^2 \quad S = \frac{2\pi}{2}$$



Задача 3)

Вопрос:



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

В процессе переключения зарядка из конденсатора на резистор уменьшается.

При  $U_C = U$  ток перестает течь, заряд не перетекает, тогда конечное напр. конденсатора равно  $U$ . Из разности потенциалов  $\rightarrow$

$$\Delta W = 0 = \Delta W + U_0 \Delta q + Q$$

$$\Delta q = C(U_0 - U); \Delta W = \frac{C}{2}(U^2 - U_0^2)$$

$$0 = \frac{C}{2}(U^2 - U_0^2) + U_0(U_0 - U)C + Q \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = \frac{C}{2}(U_0^2 - U^2) - U(U_0 - U)C =$$

$$= \frac{C}{2}(U_0^2 - U^2 - 2U(U_0 - U)) = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$$

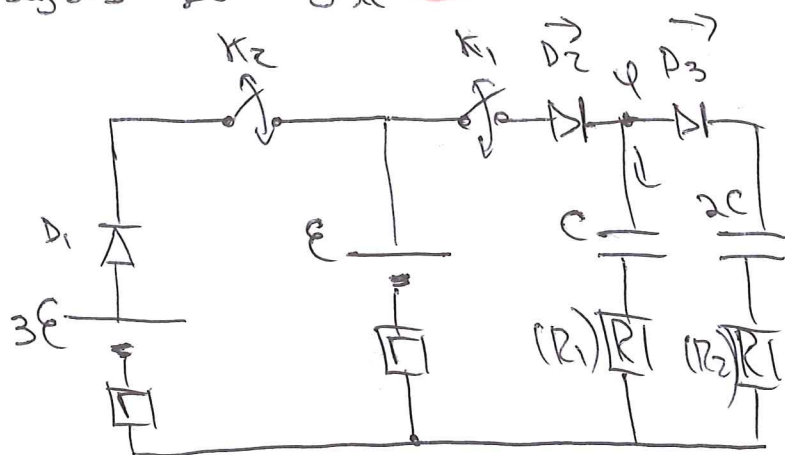
Ответ:  $Q = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$

Задача:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon = 3\text{В}$$

$$\varepsilon_2 = 3\text{В}$$

$$U_0 = U_0 = 2\text{В}$$



Продолжение задачи 3:

к1) 2-ой закон Кирхгофа: (в дт. расписи)

$$\varepsilon = U_0 + U_{C1} \Rightarrow U_{C1} = \varepsilon - U_0$$

$$\varepsilon = U_0 + U_0 + U_{C2} \Rightarrow U_{C2} = \varepsilon - 2U_0$$

ЗСЭ:

$$q_{D3} = q_{ac} = 2C(\varepsilon - 2U_0)$$

$$q_c = C(\varepsilon - U_0) \Rightarrow q_{D2} = q_c + q_{ac} =$$

$$= C(2\varepsilon - 4U_0 + \varepsilon - U_0) =$$

$$= C(3\varepsilon - 5U_0) = \Delta q$$

ЗСЭ:

$$\Delta W = \varepsilon \cdot \Delta q = \frac{C(\varepsilon - U_0)^2}{2} + \frac{2C(\varepsilon - 2U_0)^2}{2} +$$

$$+ 2C(\varepsilon - 2U_0) \cdot U_0 + C(3\varepsilon - 5U_0) \cdot U_0 + Q$$

$$\text{Так } U_{C1} = \varepsilon - U_0 = 1\text{В}, \text{ так } U_{C1} = q < U_0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  диод  $D3 \sim$  закр.т.

$$q_{D2} = q_c = C(\varepsilon - U_0) = \Delta q$$

$$\varepsilon \cdot \Delta q = \frac{C(\varepsilon - U_0)^2}{2} + U_0 \cdot C(\varepsilon - U_0) + Q$$

$$Q \approx Q_R - \text{так } R \ll 0,1 \text{ Ом}$$

Прогн. задачи 1.3)  
Вопрос

$$y(x) = H \cos(x/H)$$

$$y \neq 0 \Rightarrow \cos \frac{x}{H} = \frac{\pi}{2}$$

$$x = \frac{\pi}{2} \cdot H ; \text{ при } y = H ; \cos(x/H) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = 0$$

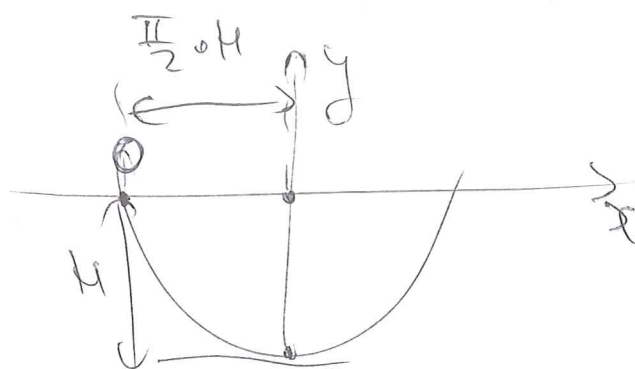
$$x(t) = \frac{\pi}{2} \cdot H + \sin(\omega t)$$

$$K = \frac{m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2)}{2} ; \Pi = -m g \cdot y(x)$$

$$\frac{d}{dt} \frac{dL}{dt} = \frac{m}{2} \cdot \ddot{x} \cdot 2 ; \frac{dL}{dt} = + m g \sin\left(\frac{x}{H}\right) \cdot \frac{1}{H}$$

$$m \ddot{x} = - m g \frac{x}{H} \cdot H$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{H}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{H}{g}} \text{ ответ.}$$



малые колебания по условию!

45-72-20-76  
(153.1)

Прогн. задачи 1.2)

$$B = -\arccos(0,005) \cdot H \cdot \sin(\omega t_0)$$

$$y(t) = \mu g R \cdot \cos(\omega t) - \arccos(0,005) \cdot H \cdot \sin(\omega t_0)$$

$$\cdot \mu g R ; \text{ при } y \neq 0$$

$$\mu g R \cos(\omega t) = B \cdot \sin(\omega t) + \mu g R$$

$$y(t) = 0 = -\mu g R \sin(\omega t) -$$

$$- B \cos(\omega t) = 0 \Rightarrow \tan(\omega t) =$$

$$+ \arccos(0,005) \cdot H \sin(\omega t_0)$$

$$\mu g R$$

$$t = \frac{\arccos(0,005) \cdot H \sin(\omega t_0)}{\mu g R}$$

$$\omega$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$$



Задача 4)

Пересечение со линией



$$\text{Объем } V_1 = \frac{2\sqrt{2}-2}{2} = \sqrt{2}-1$$

$$V_2 = \frac{2\sqrt{2}-2}{2} = \sqrt{2}-1$$

2

Прод-ие задачи 3)

