0 807915 220000

80-79-15-22
(153.3)

1755

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 6

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Робофест
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Корнилова Егора Владимировича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выдан доп. лист +1

Выход 14:01
Вернулся 14:05

Дата
«12» апреля 2025 года

Подпись участника
Корнилов

тившися на конденсаторах будут накоплены. Т.е. при замыкании K_2 и переключения с 3В на 5В выделилось $Q_{34} = Q_5 - Q_3 = 2{,}75\cdot10^{-4} - 2{,}5\cdot10^{-5} =$

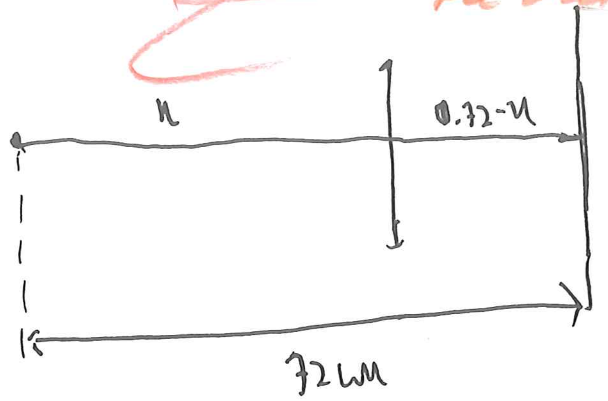
$= 2{,}5\cdot10^{-4}$ Дж

Отв.: $2{,}25\cdot10^{-4}$ Дж; $2{,}5\cdot10^{-5}$ Дж; $2{,}5\cdot10^{-4}$ Дж

2

Имеются некие хорошие решения задачи не очень понятные, но ответ не верный

№5



Пусть линза находится на расстоянии x от свечи. Если наблюдается чёткое изображение, то лучи фокусируются на ~~??~~ экране. Т.е. $\frac{1}{x} + \frac{1}{0{,}72-x} = \frac{1}{f} = D$.

$10 = \frac{1}{0{,}72-x} + \frac{1}{x} \Rightarrow x + 0{,}72 - x = 10(x)(0{,}72-x)$

$7{,}2x - 10x^2 = 0{,}72 \Leftrightarrow 10x^2 - 7{,}2x + 0{,}72 = 0$

D_e - дискриминант

$D_e = 7{,}2^2 - 4\cdot10\cdot0{,}72 = 3{,}2\cdot3{,}2 = \frac{2^8\cdot3^2}{10^2} = \frac{2^6\cdot3^2}{5^2} = \left(\frac{24}{5}\right)^2 = 4{,}8^2$

$x = \frac{7{,}2 \pm \sqrt{D_e}}{20} = \frac{7{,}2\pm4{,}8}{20} = \cancel{7{,}44}\ 0{,}6;\ 0{,}12$

$x_1 = 0{,}6 \quad x_2 = 0{,}12$

заметим, что луч, идущий через ~~??~~ оптический центр линзы, вел-

1	2	3	4	Σ
10	10	10	10	40
15	9	12	15	51

Σ = 91

№1 Без черновиков

Лунка симметрична, а и в силу симметрии шайба колеблется в плоскости. Рассмотрим эту плоскость. Пусть L - это длина участка „кривой движения" между положением груза и начальным положением груза. Будем считать L>0, если груз отъехал вправо

и L<0, если влево. Пусть $\vec V$ - скорость груза, V>0 если груз движется против часовой стрелке и V<0, если по часовой. Найдём угол наклона в точке на ~~расстоянии x от центра~~ с абсциссой x.

$|\tg\alpha| = \left|\frac{dh}{dx}\right| = |h'(x)| = \left|H\cdot\left(-\sin\frac{x}{H}\right)\cdot\frac{1}{H}\right| \overset{x\ll1}{=} \left|\frac{x}{H}\right|$, $\frac{x}{H} \ll 1 \Rightarrow \sin\frac{x}{H} = \frac{x}{H}$

будем считать $\alpha>0$, если $x>0$; α - мало $\Rightarrow \tg\alpha = \alpha = \frac{x}{H}$

$\alpha = \frac{x}{H} \Rightarrow V_x = V\cos\alpha = V,\ \frac{dV_x}{dt} = \frac{dV}{dt}$ Найдём проекцию ускорения на ось $\vec\tau$, связанную с вектором $\vec V$:

$a_\tau = \frac{dV_\tau}{dt} = \frac{F_\tau}{m} = \frac{-mg\sin\alpha}{m} = -g\alpha$, а т.к. ось τ связана с $\vec V$,

то $\frac{dV}{dt} = -g\alpha = -g\frac{x}{H} \Rightarrow \frac{dV_x}{dt} = -g\frac{x}{H} \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} = \underbrace{-\left(\frac{g}{H}\right)}_{=-w^2}x$

решение дифф-ура такого вида есть ~~$x = x_0\sin(wt+t_0)$~~ $x = x_0\sin(w(t-t_0))$, в нашем случае $x = x_0\sin\left(\sqrt{\frac{g}{H}}\,t\right)$

период малых колебаний $T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{w} = 2\pi\sqrt{\frac{H}{g}}$

10

Заметим, что на 2-й половине (шероховатой) на интересующем нас промежутке времени сила трения F_T действует на торможение шайбы и $|F_T| = |N\mu| = |mg\cos 2\mu| = |mg\mu|$ =>

=> на шероховатой части $a = \frac{dv}{dt} = \frac{F}{m} = \frac{-mg\alpha - mg\mu}{m} =$

$= -g(\alpha + \mu) = g\left(\frac{x}{H} + \mu\right)$. Заметим, что мы пренебрегли центробежной силой. т.к. Потом скажу почему. ~~Потом разумным почему~~

Найдём H. Т.к. время t_0 есть $\frac{T}{4}$, то $2\pi\sqrt{\frac{H}{g}} = 4t_0$ =>

=> $H = \left(\frac{4\cdot 0.6}{2\pi}\right)^2 \cdot g \approx 3.82$ м. На высоте $h = 0.005H$

имеем $0.005H = H\cdot\cos\left(\frac{0}{H}\right) - H\cdot\cos\left(\frac{x_0}{H}\right)$ =>

$= x_0 = H\cdot\arccos(1 - 0.005) \approx 0.1$ м

Получаем, что ускорение груза на шероховатой поверхности $= -g\left(\frac{x_0 + x}{H}\right)$. То есть эта ситуация эквивалентна движению из точки с абсциссой x_0 вверх с той же начальной скоростью. В таком случае (мы рассматриваем эквивалентную ситуацию) Полная энергия $= mgh + \frac{mv_0^2}{2} = 2mgh$, т.е. шайба бы поднялась на высоту $2h$. Тогда бы ~~отклонение~~

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

$= C\left(\mathcal{E}_3^2 - (\mathcal{E}_3 U_D + 2)(\mathcal{E}_2^2 - 2(\mathcal{E}_3 \cdot 2U_D) - U_D(\mathcal{E}_3 + U_D^2)C -\right.$

$- 2U_D\mathcal{E}_3 + 2U_D \cdot 2U_D - 2U_D\mathcal{E}_3 + 2U_D \cdot 2U_D - \frac{C}{2}\mathcal{E}_3^2 + CU_D\mathcal{E}_3 -$

$- \frac{C}{2}4U_D^2 - (\mathcal{E}_3^2 + 4\mathcal{E}_3 U_D - 4U_D^2 =$

$= C\left(\mathcal{E}_3^2\left(1 + 2 - \frac{1}{2} - 1\right) + \mathcal{E}_3 U_D(-1 - \cancel{4} - 1 - 2 - 2 + 1 + 4) +\right.$

$+ U_D^2\left(1 + \cancel{2} - \frac{1}{2} - 1\right)) = C\left(\frac{3}{2}\mathcal{E}_3^2 - 3\mathcal{E}_3 U_D + \frac{3}{2}U_D^2\right) =$

$\frac{3}{2}\dots = C\left(\frac{3}{2}\cdot 5^2 - 3\cdot 5\cdot 2 + \frac{3}{2}\cdot 2^2\right)$

$= C\left(5\cdot(3 + 2\cdot 1) - 2\cdot(3 + 2\cdot 1) - 2\cdot(2\cdot 1) - \frac{1}{2}\cdot 3^2 -\right.$

$- 1^2) = (25 - 10 - 4 - \frac{9}{2} - 1)\cdot C = C\cdot\frac{11}{2} = 50\cdot 10^{-6}\cdot\frac{11}{2} =$

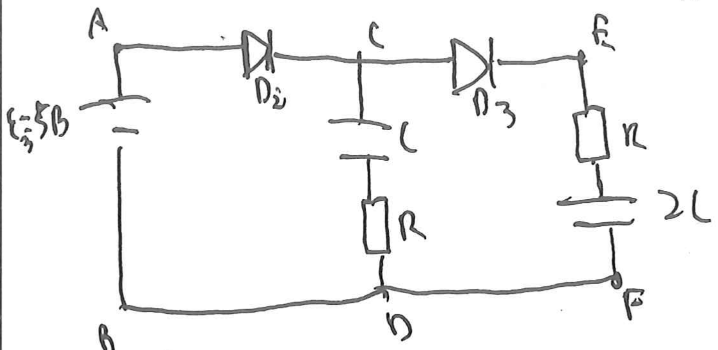
$= 2.75\cdot 10^{-4}$. Это энергия выделившаяся на резисторах при включении источника в 5В $= Q_5$. Напомним, что тепло выделившееся на резисторах при включении источника в 3В $Q_3 = 2.5\cdot 10^{-5}$ Дж. Заметим, что не важно как менялось напряжение от 0 до 5В, ведь заряды прошедшие через ~~батарейки~~ источник и диоды будут теми же и заряды, по-

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

$\Rightarrow 2I_1 r \approx (2I_1 - I_2) r = \varepsilon_2 - U_D - \varepsilon_1 = 4\text{ В} \Rightarrow$

$\Rightarrow I_1 = \dfrac{4\text{В}}{2r} = \dfrac{2}{r} \Rightarrow \varphi_A - \varphi_B = \cancel{3В}\ \varepsilon_1 + I_1 r =$

$= 5$ В, т.е. этот контур имеет приблизительно постоянное напряжение 5В между A и B $\Rightarrow$ он эквивалентен источнику 5В



рассмотрим эквивалентную схему. Найдём энергию, выделившуюся на резисторах. аналогично первой части напряжение между C и D = 3В, между E и F = 1В

$$Q = \Delta E_{\varepsilon_3} - \Delta E_{D_2} - \Delta E_{D_3} - \Delta E_C - \Delta E_{2C} = \int_{t=0}^{\infty} \varepsilon_3\, dI_{\varepsilon_3} - \int_{t=0}^{\infty} U_D\, dI_{D_2} - \int_{t=0}^{\infty} U_D\, dI_{D_1} - \frac{C}{2}\left(U_{к_1}^2 - U_{н_1}^2\right) -$$

$$- \frac{2C}{2}\left(U_{к_2}^2 - U_{н_2}^2\right) = \varepsilon_3(\Delta q_C + \Delta q_{2C}) - U_D(\Delta q_C + \Delta q_{2C}) -$$

$$- U_D(\Delta q_{2C}) - \frac{C}{2}(\varepsilon_3 - U_D)^2 - C(\varepsilon_3 - 2U_D)^2 =$$

$$= \varepsilon_3\left(C(\varepsilon_3 - U_D) + 2C(\varepsilon_3 - 2U_D)\right) - U_D\left(C(\varepsilon_3 - U_D) + 2C(\varepsilon_2 - 2U_D)\right) -$$

$$- U_D\left(2C(\varepsilon_2 - 2U_D)\right) - \frac{C}{2}(\varepsilon_2 - U_D)^2 - C(\varepsilon_3 - 2U_D)^2 =$$

80-79-15-22 (153.3)

амплитуда колебаний $x_1 = x_0 \cdot \arccos(1 - 0.005\cdot 2) =$ $\approx 0.141 \approx 0.1\cdot\sqrt{2}$ (можно, что $\cdot\sqrt{2}$, т.к. $\cos(x) \approx 1 - \frac{x^2}{2}$ для малых x). Тогда нам нужно найти время движения от $x = 0.1H$ до $x = 0.1\cdot\sqrt{2}H$ Δt

~~$x = x_0 \left(\sqrt{\frac{a}{H}}\, t\right)$, $x = x_0 \cos$~~ $x = x_0 \sin\left(\sqrt{\frac{a}{H}}\, t\right)$, $x = x_0$ соответствует $\sqrt{\frac{a}{H}}\, t_1 = \cancel{2x}\,\frac{\pi}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{H}{a}}$, $x = \frac{x_0}{\sqrt{2}}$ когда $\sqrt{\frac{a}{H}}\, t_2 = \frac{\pi}{4} \Rightarrow t_2 = \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{H}{a}} \Rightarrow$ интересующая нас $\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{H}{a}} = \frac{\pi}{4}\sqrt{\left(\frac{4\cdot 0.6}{2\pi}\right)^2\cdot\frac{a}{a}} =$

$= \frac{4\cdot 0.6}{2\pi}\cdot\frac{\pi}{4} = \frac{0.6}{2} = 0.3$ сек. это есть ответ на первую часть задачи. ~~Отклонение на максимальн~~ ая амплит. Макс. отклонение на шероховатой поверхности $\Delta x = x_1 - x_0 =$ $= (\sqrt{2} - 1)x_0$, отсчитывается после $\Delta t = 0{,}3$ сек после прохождения центра ямы, при таком отклонении ~~компонен~~ компонента силы тяжести вдоль поверхности $F_\tau =$ $= mg\frac{x}{H} = mg\frac{(\sqrt{2}-1)x_0}{H} = mg(\sqrt{2}-1)\mu$, направленная к центру сферы. Ей противодействует $F_{тр}$, предел которой $F_{тр\,max} = \mu N = \mu mg > mg(\sqrt{2}-1)\mu$, т.е. силы трения хватает на ~~поры~~ сохранения груза в стартовом положении => $V_3 = 0$

v_3 - скорость после t_0 с момента прекращения упора $\boxed{\text{Ответ: } 2\pi\sqrt{\frac{H}{g}},\ 0{,}3\ \text{сек},\ 0\ \frac{м}{с}}$ 15

№2

для цикла работа газа $A^+ = Q^+ - Q^-$, где Q^+ - подведённое тепло, а Q^- - ~~подв~~ отведённое, а работа над газом $A^- = -A^+$, и всё вышесказанное следует и ΔU за цикл $= 0$. Тогда:

$K = \frac{Q^-}{A^-} = \frac{Q^-}{Q^- - Q^+}$; $\eta = \frac{A}{Q_1^+} = \frac{Q_1^+ - Q_1^-}{Q_1^+} = \frac{Q^- - Q^+}{Q^-} = \frac{1}{K}$. Индекс 1 означает цикл, обратный циклу насоса (т.е. ~~прямой~~ цикл тепл. машины), при этом $Q_1^+ = Q^-$; $Q_1^- = Q^+$. Действительно $\Delta Q = \Delta A + \Delta U$. Рассмотрим малый участок прямого цикла, для него $\Delta Q_1 = \Delta A_1 + \Delta U_1$, пусть $\Delta Q > 0$. тогда ΔQ_1^+ для этого участка $= \Delta Q_1$. Но если взять обратный цикл, то для этого же участка

$\cancel{\Delta Q_1 = -\Delta A_1 - \Delta A\ \Delta Q \Rightarrow Q^- = \Delta Q =}$ $\Delta Q = \Delta A + \Delta U = -\Delta A_1 - \Delta Q_1 = -\Delta Q \Rightarrow \Delta Q^- = \Delta Q_1 = \Delta Q = \Delta Q^+$

или $Q_1^+ = Q^-$. для всего цикла меняются ~~цикли~~ относительно прямого значения подведённого и отведённого тепла

$\Delta E_D = \int_{t=0}^{\infty} U_D dI = U_D \Delta q = U_D C \Delta U_C = 2\cdot 50\cdot 10^{-6}\cdot(5-2) = 3\cdot 10^{-4}$

U_D - напр. диода, ΔU_C - изм U на конденсаторе

$Q = \Delta E_C - \Delta E_D = (5{,}25-3)\cdot 10^{-4} = 2{,}25\cdot 10^{-4}$ Дж 10

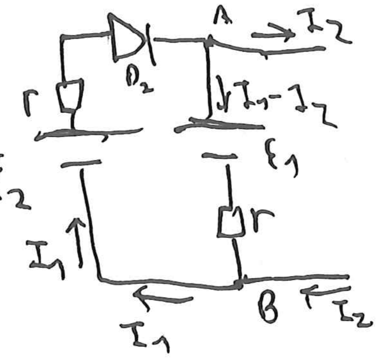
при замыкании K_1 конденсатор C зарядится до $U_1 = \mathcal{E}_1 - U_{D_2} = 7В$, а конденсатор 2C не зарядится, т.к. включены 2 диода и $\mathcal{E}_1 - 2U_D = -1 < 0$ тогда выделившаяся на резисторе энергия =

$\cancel{= \Delta E_{\mathcal{E}_1} - \Delta E_{D_2} - \Delta E_C = \int_{t=0}^{\infty} \mathcal{E}_1 dI - \int_{t=0}^{\infty} U_D dI - \frac{C}{2}(U_k^2 - U_H^2) =}$

$= (\mathcal{E}_1 - U_D)\Delta q - \frac{C}{2}(\mathcal{E}_1 - U_D)^2 = C(\mathcal{E}_1 - U_D)(\mathcal{E}_1 - U_D) - \frac{C}{2}(\mathcal{E}_1 - U_D)^2 =$

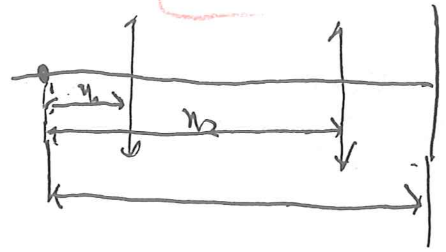
$= \frac{C}{2}(\mathcal{E}_1 - U_D)^2 = 2{,}5\cdot 10^{-5}$ Дж

K_2 замкнули. Рассмотрим контур с батарейками: в силу того, что $r << 0{,}1 Ом << 8 Ом$ то $I_2 << I_1$ => можно в рамках этого контура им пренебречь ~~согласно~~ ~~по~~ по правилам Кирхгофа имеем



$\mathcal{E}_2 - rI_1 - U_D - \mathcal{E}_1 - (I_1 - I_2) r = 0$ =>

ца попадает в изображение. Пусть оптическая сила линзы = D, а расстояние от светодиода до экрана = L. Тогда в обоих положениях имеем



$$\frac{1}{x}+\frac{1}{L-x}=\frac{1}{f}=D$$

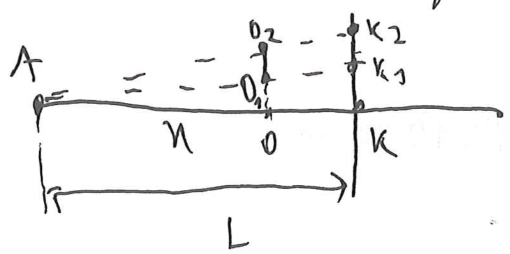
$$x+L-x=Dx(L-x)$$

$$L=DLx-Dx^2 \Leftrightarrow Dx^2-DLx+L=0 \qquad D_e=D^2L^2-4DL$$

$$x=\frac{DL\pm\sqrt{D_e}}{2D}=\cancel{L\pm\sqrt{L^2}}\ \frac{L}{2}\pm\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2-\frac{L}{D}}$$

$$x_1=\frac{L}{2}-\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2-\frac{L}{D}}\ ;\ x_2=\frac{L}{2}+\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2-\frac{L}{D}}$$ 10

~~Найдём~~ Выразим скорость изображения v_k через скорости v_0 оптического центра O линзы



A — источник, пусть положения $O; O_1; O_2$ и K, K_1, K_2 соответствуют положениям оптического центра и изображения в моменты времени t_0, t_1, t_2. Луч, идущий через $O(\tau)$, всегда попадает в $K(\tau)$ =>

$K_1 \in AO_1$; $K_2 \in AO_2$; $K \in AO$

$\Delta K_2 K A \sim \Delta O_2 O A$ $\left(\frac{x}{x}\right) \Rightarrow K_2 K = \frac{L}{x} O_2 O$

2)

$\Delta K_1 K A \sim \Delta O_1 O A$ $\left(\frac{L}{x}\right) \Rightarrow K_1 K = \frac{L}{x} O_1 O$

$O_1 O_2 = O_2 O - O_1 O = \frac{x}{L}(K_2 K - K_1 K) = \frac{x}{L} K_1 K_2 \Rightarrow K_1 K_2 = \frac{L}{x} O_1 O_2$

$\cancel{V_0 = \frac{O_1 O_2}{t_2 - t_1}}$ $\Rightarrow$ $V_K = \frac{K_1 K_2}{t_2 - t_1} = \frac{L}{x} \frac{O_1 O_2}{t_2 - t_1} = V_0$

$V_K = \frac{L}{x} V_0$ Для положений x_1 и x_2 имеем:

$$V_1 = V_0 \frac{L}{x_1} = V_0 \frac{L}{\frac{L}{2} - \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - \frac{L}{D}}}$$

$$V_2 = V_0 \frac{L}{\frac{L}{2} + \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - \frac{L}{D}}} = V_0 \frac{L\left(\frac{L}{2} - \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - \frac{L}{D}}\right)}{\left(\frac{L}{2} - \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - \frac{L}{D}}\right)\left(\frac{L}{2} + \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - \frac{L}{D}}\right)} =$$

$$= \frac{V_0 L \left(\frac{L}{2} - \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - \frac{L}{D}}\right)}{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2 + \frac{L}{D}} = V_0^2 \frac{DL\left(\frac{L}{2} - \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - \frac{L}{D}}\right)}{D \cdot L \cdot V_0} = V_0^2 \frac{DL}{V_1}$$

в случае $L = 0{,}72$ м, $D = 10$ дптр:

$$2.5 \cdot 10^{-3} \frac{м}{с} = V_0 \cdot \frac{0.72}{\frac{0.72}{2} - \sqrt{\left(\frac{0.72}{2}\right)^2 - \frac{0.72}{10}}} = 6 V_0 \Rightarrow V_0 =$$

$$= \frac{1}{6} \cdot 2.5 \cdot 10^{-3} \frac{м}{с}$$

$$V_2 = \frac{1}{6^2} \cdot 2.5^2 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{0.72 \cdot 10}{2.5 \cdot 10^{-3}} = 2{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{7.2}{6^2} = 0{,}5 \cdot 10^{-3} \frac{м}{с}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

$= 2.5 \cdot \frac{1}{5} \cdot 10^{-3} \frac{м}{с} = 0{,}5 \frac{мм}{с}$. $V_2 < V_1$

Отв.: $x_1 = 0{,}6$ м $x_2 = 0{,}12$ м; $V_2 = 0.5 \frac{мм}{с}$

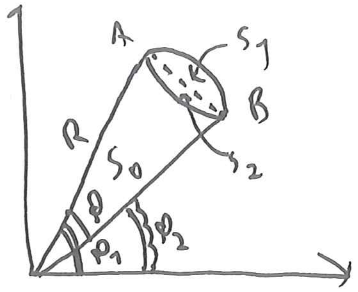
2

Имеется некий ход решения, но он не понятен. Ответ не должен быть в численной форме, т.к. не задано фокусное расстояние линзы и расстояние между светодиодом и экраном.

Например источник расположен на ГОО. Однако в решении это не используется, положим он так для удобства, на ход решения это не влияет

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

теперь найдём работу в цикле. AB - отрезок



$=> S_1 = S_2$. Из геом. смысла работы $A = p_0V_0(S_1+S_2) = 2p_0V_0S_1 =$

$= 2p_0V_0(S_0+S_1+S_2 - S_0+S_2) =$

$= 2p_0V_0\left(\frac{\varphi R^2}{2} - \sin\varphi\, R^2/2\right) = p_0V_0R^2\left(\varphi_1-\varphi_2-\sin(\varphi_1-\varphi_2)\right)$

$\varphi_1 = a\cancel{\sin}\,tg\left(\frac{0,8}{0,6}\right)$; $\varphi_2 = a\cancel{\sin}\,tg\left(\frac{0,6}{0,8}\right)$ $R = \sqrt{0,8^2+0,6^2} = 1 =>$

$=> A = p_0V_0 \cdot 3.79411\cdot10^{-3}$ $=> k = \frac{Q^-}{A} =$

$= \frac{2.93067\,\cancel{p_0V_0}}{\cancel{p_0V_0}\,3.79411\cdot10^{-3}} = 10^3\cdot 0,56157 \approx 561,6$

8

Рассуждения по ходу решения есть, но ответы не верные.

$\boxed{\text{Отв.: } \cancel{567,6}\ k = \frac{1}{\eta}\cdot\frac{p_0V_0}{2\nu R};\ k \approx 561,6}$

η - КПД

№3

т.к. конденсатор разрядится до 2В и диод закроется. Найдём разность энергий конденсатора и ~~вы~~ выделившееся на диоде энергию, и при вычитании получим выделившееся на ~~…~~ проводах тепло

$\Delta E_c = E_1 - E_2 = \frac{CU_1^2}{2} - \frac{CU_2^2}{2} = \frac{C}{2}(U_1^2-U_2^2) =$

$= 50\cdot10^{-6}\cdot\frac{1}{2}\cdot(5^2-2^2) = 5,25\cdot10^{-4}$

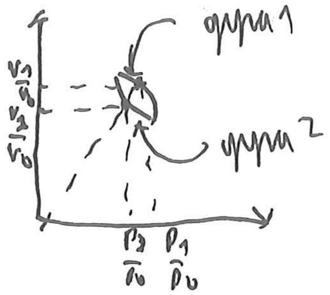
80-79-15-22 (153.3)

по всему циклу и получим $\Delta Q^+ = \sum\Delta Q^+ = \sum\Delta Q_1^- = Q_1^-$

$Q^- = \sum\Delta Q^- = \sum\Delta Q_1^+ = Q^+$. и Витоге $\eta = \frac{1}{k}$

10

Для начала заметим, что точка с максимальной абсолютной температурой находится на дуге окр. с центром (0;0) (фиг 1)



Действительно, т.к. $PV = \nu RT =>$

$=> T = \frac{\frac{P}{P_0}\cdot\frac{V}{V_0}\cdot p_0V_0}{\nu R}$, а для каждой точки в фигуре 2 можно сопоставить точку фигуры 1 ($\frac{P_1}{P_0} \geq \frac{P_2}{P_0}$ и $\frac{V_1}{V_0} \geq \frac{V_2}{V_0}$ (покоординатно)), а значит и $T_1 > T_2$. Итак, для фигуры 1 имеем $\sqrt{\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^2+\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2} = 1 => \frac{P_1}{P_0} = \sqrt{1-\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2}$

$T = \frac{P_1}{P_0}\cdot\frac{V_1}{V_0}\cdot const \sim \frac{V_1}{V_0}\sqrt{1-\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2} => T'\left(\frac{V_1}{V_0}\right) =$

$= const\cdot\left(1\cdot\sqrt{1-\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2} + \overbrace{\frac{V_1}{V_0}}^{=n>0}\cdot\frac{1}{2\sqrt{1-\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2}}\cdot\left(-2\frac{V_1}{V_0}\right)\right) \sim \sqrt{1-n^2} +$

$+ \frac{n^2}{\sqrt{1-n^2}} = \frac{2n^2-1}{\sqrt{1-n^2}}$, $T' = 0 <=> n^2 = \frac{1}{2} <=> n = \pm\sqrt{\frac{1}{2}} => n = \sqrt{\frac{1}{2}}$

$=> T_{max}$ соответствует $\frac{V_1}{V_0} = \sqrt{\frac{1}{2}} => T_{max} = \frac{\sqrt{\frac{1}{2}}\cdot\sqrt{\frac{1}{2}}\cdot p_0V_0}{\nu R} =$

$= \frac{p_0V_0}{2\nu R}$

$\Delta Q = \Delta A + \Delta U$, рассмотрим фигуру 1 в целом сначала.

$\Delta Q = \Delta A + \Delta U = p\Delta V + \frac{i}{2}\nu R\Delta T = p\Delta V + \frac{3}{2}(p\Delta V + V\Delta p) =$

$= \frac{5}{2}p\Delta V + \frac{3}{2}V\Delta p = \frac{5p_0}{2}\sqrt{1-\left(\frac{V}{V_0}\right)^2}\,\Delta V + \frac{3}{2}V \ldots$

$+ \frac{3}{2}V\cdot\Delta\left(p_0\cdot\sqrt{1-\left(\frac{V}{V_0}\right)^2}\right) = \frac{5p_0}{2}\sqrt{1-n^2}\,\Delta V + \frac{3}{2}Vp_0\cdot$

$\cdot\frac{1}{2\sqrt{1-n^2}}\cdot(-2n)\,\Delta n = \frac{5p_0}{2}\underbrace{\sqrt{1-\left(\frac{V}{V_0}\right)^2}}_{=r}\Delta V - \frac{3p_0}{2}\cdot$

$\cdot\frac{V\cdot\frac{V}{V_0}\cdot\frac{\Delta V}{V_0}}{\sqrt{1-\frac{V}{V_0^2}}} = \left(\frac{5p_0}{2}r - \frac{3p_0}{2}\frac{V^2}{V_0^2 r}\right)\Delta V =$

$= \frac{p_0}{V_0^2 2}\left(5r^2\cdot V_0^2 - 3V^2\right)\cdot\Delta V = \frac{p_0}{2V_0^2}\left(5V_0^2 - 8V^2\right)\Delta V$

~~на всей фигуре 1~~ ΔV в любой точке фигуры 1 $\Delta V<0$,

$5V_0^2 - 8V^2$ минимально при $\frac{V}{V_0}=0{,}8$ и $=$

$= V_0^2(5-8\cdot 0{,}8^2) = -\frac{3}{25}V_0^2$. Найдём точку на фигуре 1,

в которой $\Delta Q=0$; пусть в ней $V=V_1 \Rightarrow \frac{V}{V_0}=\frac{V_1}{V_0}$.

тогда $\Delta Q = \Delta V\cdot\frac{p_0}{2V_0^2}\cdot V_0^2\left(5-8\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2\right)=0 \Rightarrow$

$\Rightarrow 8\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = 5 \Rightarrow \frac{V_1}{V_0} = \sqrt{\frac{5}{8}} \approx 0.79$ очень ~~бли~~ близко

к 0,8. То есть на фигуре 1 тепло не отводит-ся только на маленьком участке между

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

$\frac{V_1}{V_0}=0{,}79$ и $\frac{V}{V_0}=0{,}8$, для которого коэффициент

пропорциональности $\left(5-8\left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right)$ относитель-

но плавно меняется от 0 до $-\frac{3}{25}$, $\Rightarrow$ в среднем

он по порядку $\sim -\frac{3}{50}$. Для оставшегося сильно

по большего участка этот коэффициент

меняется от 0 до $(5-8\cdot 0{,}6^2) = \frac{53}{25}$, а значит

по порядку он $\sim \frac{53}{50} \gg \left|-\frac{3}{50}\right|$, т.е. на большем

участке $\approx$ в 20 раз большим ΔQ в среднем в

$\approx\frac{53}{3}$ раз больше, а значит мелким кусочком

$\frac{V}{V_0}\in[0{,}79; 0{,}8]$ можно пренебречь и считать, что

на фигуре 1 тепло только отводится. Тогда

на фигуре 2 тепло ~~по~~ только подводится, ведь они

очень близки фигура к фигуре по форме, а значит

процессы на них почти эквивалентны, особенно

в пределах погрешности 10%. $Q^- = \int_{0{,}6}^{0{,}79}\frac{p_0}{2}(5-8$

$= \int_{0{,}6V_0}^{0{,}79V_0}\frac{p_0}{2V_0^2}(5V_0^2 - 8V^2)\,dV = \frac{5p_0V_0}{2}(0{,}79-0{,}6) - \frac{8p_0}{2V_0^2}\cdot\frac{(0{,}79V_0)^3-(0{,}6V_0)^3}{3} =$

$= p_0V_0\left(\frac{5}{2} - \frac{4}{3}\cdot 0{,}277\right) = \cancel{2.13}\ 2.13067\,p_0V_0$