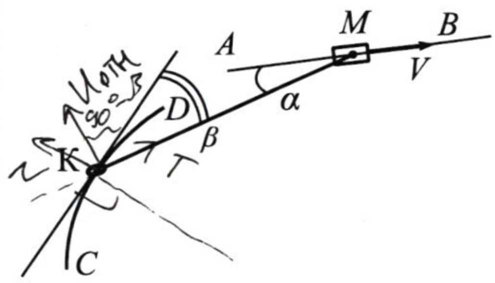
Олимпиада «Физтех» по физике, фе

ласс 11

Вариант 11-02

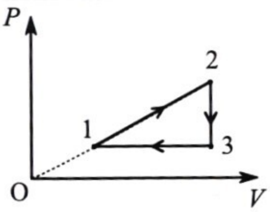
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без влож

Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К ссой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде ти окружности радиусом $R = 1{,}7$ м. Кольцо и муфта связаны легким осом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной лоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 3/5)$ с аправлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 8/17)$ с направлением вижения кольца.



1) Найти скорость кольца в этот момент.
2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.



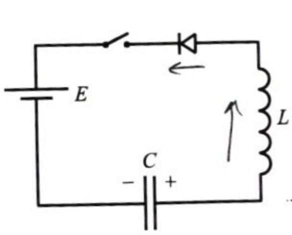
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

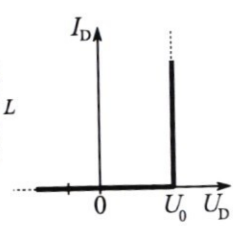
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0{,}2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\dfrac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

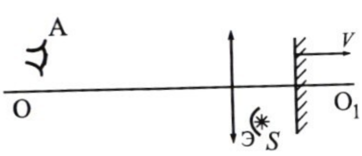
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.





1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

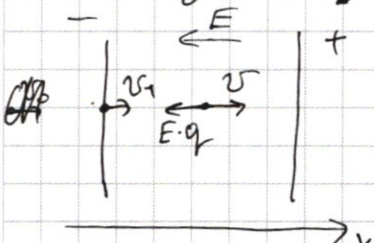
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F, плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.



1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.

№3.

Частица влетает со стороны отрицательной пластины конденсатора, т.к. вектор напряжённости направлен от + к − ~~пластине~~. Сила, действующая со стороны электр. поля будет замедлять частицу. II з-н Ньютона для частицы на ось x:



$$ma_x = -E\cdot q \Rightarrow a_x = -E\cdot \gamma$$

По условию, $E = const \Rightarrow a_x = const$.

Частица движется равноускоренно, запишем формулы для равноускор. движ.

$$\vec{v} = \vec{v_1} + \vec{a}t \; ; \; \vec{S} = \vec{v_1}t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$$

В пр-ии на ось x: $0 = v_1 + a_x T \Rightarrow v_1 = E\cdot\gamma\cdot T$

$$d - 0{,}2\cdot d = v_1 T + \frac{a_x T^2}{2} \Rightarrow \cancel{\frac{4}{5}d = v_1T - \frac{T^2}{2}}$$

$$\frac{4}{5}d = v_1 T + \frac{T^2}{2}\cdot\left(-\frac{v_1}{T}\right) \Rightarrow \frac{4}{5}d = v_1 T - \frac{v_1 T}{2} \Rightarrow \frac{4}{5}d = \frac{v_1 T}{2}$$

$$T = \frac{8}{5}\cdot\frac{d}{v_1}$$

$$v_1 = E\cdot\gamma\cdot\frac{8}{5}\frac{d}{v_1} \Rightarrow \frac{5}{8}v_1^2 = E\cdot\gamma\cdot d \; ; \; E = \frac{U}{d}$$

$$E = \frac{5 v_1^2}{8\cdot\gamma\cdot d} = \frac{U}{d} \Rightarrow U = \frac{5}{8}\frac{v_1^2}{\gamma}$$

~~Чтобы найти v_0 на беск. большом, запишем з-н сохр. энерг.: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + A_1$~~

~~$v_0^2 = v_1^2 - 2\gamma\cdot\varphi_0$; $\varphi_0 =$~~

~~Это можно представить как диполь:~~

~~l, q, v_0, $-q_0$, $+q_0$, d~~

~~$l \gg d$~~ ~~$E = kq_0\left(\frac{1}{(l-\frac{d}{2})^2} - \frac{1}{(l+\frac{d}{2})^2}\right) = kq_0\cdot\frac{d}{(l^2-\frac{d^2}{4})}$~~

~~$= kq_0\frac{l^2+\frac{d^2}{4}+ld - l^2 - \frac{d^2}{4} + l\cdot d}{(l-\frac{d}{2})^2\cdot(l+\frac{d}{2})^2} = \frac{2kq_0 d}{l^3}$~~

~~$$A_1 = \int_{\infty}^{d/2} q\cdot\frac{2kq_0\cdot d}{l^3}\,dl = \frac{2kqq_0 d}{(-2)}\cdot l^{-2}\Big|_{\infty}^{d/2} = -kqq_0d$$~~

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} - q\cdot\varphi_1 \qquad \varphi_1 = E\cdot d = U$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 2\gamma\cdot U \Rightarrow v_0 = \sqrt{v_1^2 + 2\gamma\cdot\frac{5}{8}\frac{v_1^2}{\gamma}} = \sqrt{v_1^2 + \frac{5}{4}v_1^2} = \frac{3}{2}v_1$$

$$\underline{v_0 = \frac{3}{2}v_1}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

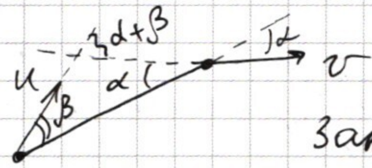
№1.

Дано: $v = 40\,\frac{см}{с}$; $m = 1кг$; $R = 1{,}7м$; $l = \frac{17}{15}R$; $\cos\alpha = \frac{3}{5}$; $\cos\beta = \frac{8}{17}$

Опред.: u – ?

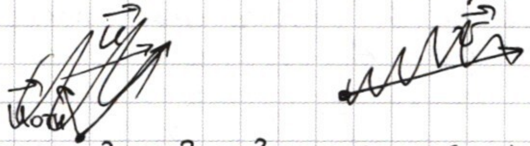
Решение:

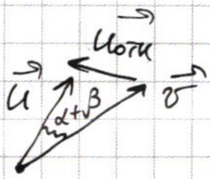
Запишем кинемат. связь: $v\cdot\cos\alpha = u\cdot\cos\beta$



$$u = v\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 40\cdot\frac{\frac{3}{5}}{\frac{8}{17}} = 40\cdot\frac{51}{40} = 51\,\frac{см}{с}$$

Закон слож. скоростей: $\vec{u} = \vec{u}_{отн} + \vec{v}$





Т-ма косинусов: $u_{отн}^2 = u^2 + v^2 - 2u\cdot v\cdot\cos(\alpha+\beta)$

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cdot\cos\beta - \sin\alpha\cdot\sin\beta$

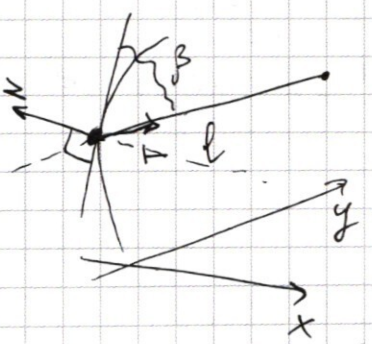
$$u_{отн} = \sqrt{u^2+v^2-2\cdot u\cdot v\cdot(\cos\alpha\cdot\cos\beta - \sin\alpha\cdot\sin\beta)}$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5};\ \sin\beta = \sqrt{1-\frac{64}{289}} = \frac{15}{17}$$

$$u_{отн} = \sqrt{2601+1600-2\cdot 51\cdot 40\cdot\left(\frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17} - \frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17}\right)} = \sqrt{4201+4080\cdot\frac{36}{85}} =$$

$$= \cancel{\sqrt{2473}} = \sqrt{5929} = 77\,\frac{см}{с}$$

Относительно муфты, кольцо движется по окружности радиуса $l = \frac{17}{15}R$. На кольцо действуют силы натяж. T и р-ция опоры N со стороны проволоки.



II з-н Ньютона для кольца на ось y, параллельную нити, и ось x, проходящей через кольцо и центр окружности радиуса R:

$$m\frac{u_{отн}^2}{l} = T - N\cdot\sin\beta\ ;\ m\frac{u^2}{R} = T\cdot\sin\beta - N$$

$$m\frac{u_{отн}^2}{l} = T - \sin\beta\cdot\left(T\sin\beta - m\frac{u^2}{R}\right)$$

$$m\frac{u_{отн}^2}{l} = \underbrace{T - T\sin^2\beta}_{T\cdot\cos^2\beta} + m\frac{u^2}{R}\sin\beta$$

$$T = \frac{m\left(\frac{u_{отн}^2}{l} - \frac{u^2}{R}\sin\beta\right)}{\cos^2\beta} = \frac{1\cdot\left(\frac{5929\cdot 15}{17\cdot 1{,}7\cdot 10^2} - \frac{2601\cdot 15}{17\cdot 1{,}7\cdot 10^2}\right)}{\frac{64}{17\cdot 17}}\cdot 10^{-2} = 0{,}78\,Н$$

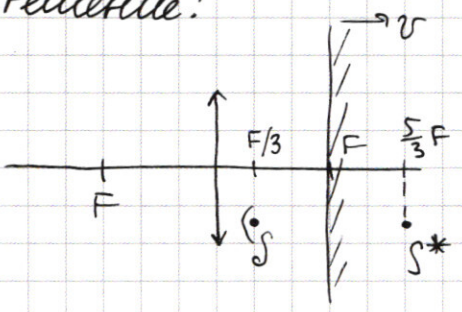
№5.

Дано:

Опред.:

Решение:

S^* – изображение источника S в зеркале.



$$SS^* = 2\cdot\frac{2}{3}F = \frac{4}{3}F$$

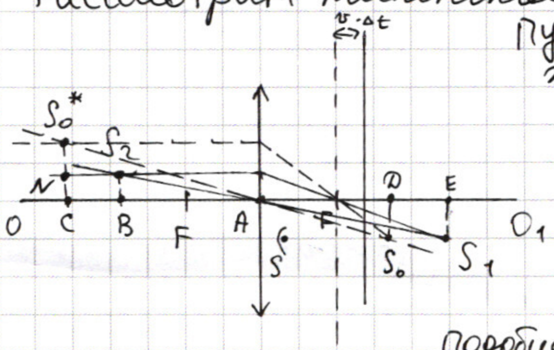
Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{4}{3}F + \frac{F}{3}} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F} = \frac{2}{5F}$$

$$f = \frac{5}{2}F$$

На расстоянии $f = \frac{5}{2}F$ от плоскости линзы наблюдатель сможет увидеть изображение источника.

Рассмотрим маленькое перемещение зеркала: (за время Δt)



Пунктиром показано прежнее положение системы

точка A – оптич. центр линзы

точки ~~A~~ B, C, D, E – перпендикуляры на OO_1 от S_2, S_0^*, S_0, S_1 соответственно. (см. рис.)

S_2 – изображение S_1 в линзе.

S_0^* – изобр. S_0 в линзе.; S_0 – изобр. S в зеркале в ~~момент~~ начальный момент.

Подобие $\triangle ABS_2$ и $\triangle AS_1E$: $\frac{BS_2}{S_1E} = \frac{AB}{AE}$

~~BS~~ $S_1E = \frac{8}{15}F$; $\frac{1}{F} = \frac{1}{AE} + \frac{1}{AB}$; $AE = 2\cdot\left(\frac{2}{3}F + v\Delta t\right)$

точка N – пересечение лучей, параллельных оси OO_1 и проходящих через S_2 и S_0^*. (см. рис.) ~~$tg\alpha = \frac{NS_0^*}{...}$~~ $tg\alpha = \frac{NS_0^*}{NS_2} \Rightarrow tg\alpha = \frac{NS_0^*}{BC}$

$NS_0^* = CS_0^* - CN$

Подобие $\triangle ACS_0^*$ и $\triangle AS_0D$: $\frac{S_0D}{CS_0^*} = \frac{AD}{AC}$

$AD = \frac{4}{3}F$; $AC = \frac{5}{2}F \Rightarrow \frac{S_0D}{CS_0^*} = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{5}{2}} = \frac{8}{15}$ $\quad S_0D = \frac{8}{15}F \Rightarrow CS_0^* = F$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{4}{3}F + 2v\Delta t} + \frac{1}{AB} \Rightarrow \frac{1}{AB} = \frac{\frac{4}{3}F + 2v\Delta t - F}{F\left(\frac{4}{3}F + 2v\Delta t\right)} \Rightarrow AB = \frac{F\left(\frac{4}{3}F + 2v\Delta t\right)}{\frac{F}{3} + 2v\Delta t}$$

~~$BC = \frac{\frac{4}{3}F^2 + 2Fv\Delta t}{\frac{F}{3} + 2v\Delta t}$~~

$$BC = \frac{5}{2}F - \frac{\frac{4}{3}F^2 + 2Fv\Delta t}{\frac{F}{3} + 2v\Delta t} = \frac{\frac{5}{6}F^2 + 5Fv\Delta t - \frac{4}{3}F^2 - 2Fv\Delta t}{\frac{F}{3} + 2v\Delta t} =$$

$$= \frac{3Fv\Delta t - \frac{F^2}{2}}{\frac{F}{3} + 2v\Delta t}$$

~~$\frac{DE}{BC} = \Gamma_{II} = \Gamma^2 = \left(\frac{f}{d}\right)^2 = \left(\frac{15}{8}\right)^2$~~ $\quad \frac{BC}{DE} = \Gamma_{II} = \Gamma^2 = \left(\frac{f}{d}\right)^2 = \left(\frac{15}{8}\right)^2 \quad DE = 2v\Delta t$

$$BC = 2v\Delta t\cdot\frac{225}{64} = \frac{225}{32}v\Delta t$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №—

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.

Температура понизилась на участках 2-3 и 3-1.

Участок 2-3: $C_{23}=\frac{Q_{23}}{\nu\cdot\Delta T_{23}}$;

1 начало термодин.: $Q_{23}=A_{23}+\Delta U_{23}$ т.к. $V=const$, то $A_{23}=0$

$\Delta U_{23}=\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} \Rightarrow C_{23}=\frac{3}{2}R$

Участок 3-1: $C_{31}=\frac{Q_{31}}{\nu\Delta T}$; $Q_{31}=A_{31}+\Delta U_{31}$

$A_{31}=p\cdot(V_1-V_3)$; $\Delta U_{31}=\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{31}$

p - давление газа в точках 1 и 3.
V_1 - объём газа в точке 1. V_3 - объём газа в точке 3.

Ур-е состояния: $pV_1=\nu RT_1$; $pV_3=\nu RT_3$; T_1 и T_3 - темп. газа в точках 1 и 3 соответсвенно.

$\Delta T_{31}=T_1-T_3$; $A_{31}=\nu R\Delta T_{31}$

$C_{31}=\frac{\nu R\Delta T_{31}+\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{31}}{\nu\Delta T_{31}}=R+\frac{3}{2}R=\frac{5}{2}R$

$\frac{C_{23}}{C_{31}}=\frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R}=\frac{3}{5}$

Процесс 1-2: $\frac{p}{V_1}=\frac{p_2}{V_2}$ p_2 и V_2 - давление и объём газа в т.2. соответсвенно.

$V_2=V_3$.

$A_{12}=\frac{1}{2}(p+p_2)(V_2-V_1)$; $Q_{12}=A_{12}+\Delta U_{12}$

$pV_1=\nu RT_1$; $p_2V_2=\nu RT_2$; $\Delta U_{12}=\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)$

$A_{12}=\frac{1}{2}(pV_2-pV_1+p_2V_2-p_2V_1)=\frac{1}{2}\left(p\cdot\frac{p_2V_1}{p}-\nu RT_1+\nu RT_2-p_2\cdot\frac{pV_2}{p_2}\right)=$

$=\frac{1}{2}(p_2V_1+\nu R\Delta T_{12}-pV_2)=\frac{1}{2}(\nu R\Delta T_{12}+p_2V_1-p_2V_1)=\frac{1}{2}\nu R\Delta T_{12}$

$Q_{12}=\frac{1}{2}\nu R\Delta T_{12}+\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12}=2\nu R\Delta T_{12}$

$\frac{Q_{12}}{A_{12}}=\frac{2\nu R\Delta T_{12}}{\frac{1}{2}\nu R\Delta T_{12}}=4$

$\eta=\frac{A}{Q_+}$; $A=\frac{1}{2}(p_2-p)(V_3-V_1)$; $Q_+=Q_{12}=2\nu R\Delta T_{12}$

$A=\frac{1}{2}(p_2V_3-p_2V_1-pV_3+pV_1)=\frac{1}{2}\left(\nu RT_2-p_2\cdot\frac{pV_2}{p_2}-p\cdot V_2+\nu RT_1\right)=$

$=\frac{1}{2}(\nu RT_2+\nu RT_1-2pV_2)=\frac{1}{2}(p_2V_2+pV_1-2pV_2)=\frac{1}{2}\left(\frac{V_2}{V_1}p\cdot V_2+pV_1-2pV_2\right)=$

$=\frac{1}{2}\frac{(pV_2^2+pV_1^2-2pV_1V_2)}{V_1}=\frac{1}{2}\frac{p}{V_1}(V_1^2-2V_1V_2+V_2^2)=\frac{1}{2}\frac{p}{V_1}(V_1-V_2)^2$

$Q_+=2(p_2V_2-pV_1)=2\left(V_2\cdot\frac{pV_2}{V_1}-pV_1\right)=2\frac{p}{V_1}(V_2^2-V_1^2)$

$$\left.\begin{aligned} A &= \frac{1}{2}\frac{p}{V_1}(V_1-V_2)^2 \\ Q_+ &= 2\frac{p}{V_1}(V_2-V_1)(V_1+V_2) \end{aligned}\right\} \Rightarrow \eta = \frac{\frac{1}{2}\frac{p}{V_1}(V_2-V_1)^2}{2\frac{p}{V_1}(V_2-V_1)(V_1+V_2)} = \frac{1}{4}\cdot\frac{V_2-V_1}{V_1+V_2}$$

~~η максимально при V_2-V_1 max и V_1+V_2 min, если $V_1\to 0$, то V_2-V_1 будет max, а V_1+V_2 min~~

~~$\eta_{max} = \frac{1}{4}\cdot\frac{V_2}{V_2} = \frac{1}{4}$ или 25% но это невозможно~~

$$\frac{\nu R T_2}{\nu R T_1} = \frac{p_2 V_2}{p\cdot V_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2}; \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2} \Rightarrow V_2 = V_1\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$\eta = \frac{1}{4}\cdot\frac{\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}-1}{\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}+1} \qquad y = \frac{\sqrt{x}-1}{\sqrt{x}+1} \quad y' = \frac{(\sqrt{x}+1)\cdot\frac{1}{2\sqrt{x}} - (\sqrt{x}-1)\cdot\frac{1}{2\sqrt{x}}}{(\sqrt{x}+1)^2} = 0$$

$$\frac{1}{2\sqrt{x}}(\sqrt{x}+1-\sqrt{x}+1) = 0 \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{x}} = 0 \Rightarrow \sqrt{x}\to\infty$$

$$\eta = \frac{1}{4}\cdot\frac{1-\frac{1}{\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}}{1+\frac{1}{\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}}$$ если $\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}\to\infty$, то $\eta = \frac{1}{4}$ или 25%

$\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}\to\infty$ при $T_1\to 0$.

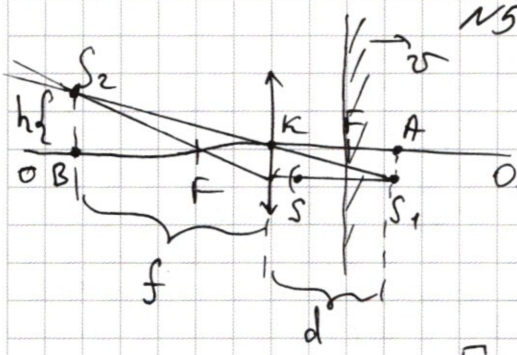
$\eta_{max} = 25\%$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.



S_1 – изобр. S в зеркале. S_2 – изобр. S_1 в линзе

Ф-ла тонк. линзы: $\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d}$

$d=\frac{F}{3}+2\left(F-\frac{F}{3}\right)=\frac{5}{3}F$

$\frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{3}{5F} \Rightarrow \underline{f=\frac{5}{2}F}$ – на этом расстоянии (пункт 1)

$\Gamma=\frac{f}{d}=\frac{\frac{5}{2}}{\frac{5}{3}}=\frac{3}{2}$

Скорость S_1: $2v$ (т.к. в зеркале)

Скорость S_2 в пр-ии на ось OO_1: U_1; $\frac{U_1}{2v}=\Gamma_{\parallel}=\Gamma^2=\frac{9}{4}$

точки A и B – это пр-ии S_1 и S_2 на OO_1 (см. рис.) $U_1=\frac{9}{2}v$

т. K – оптич. центр линзы.

Подобие $\triangle AKS_1$ и $\triangle BKS_2$: $\frac{AS_1}{S_2B}=\frac{AK}{BK}$; $AS_1=\frac{8}{15}F$

$S_2B=h$

$\frac{8\cdot F}{15\cdot S_2B}=\frac{d}{f} \Rightarrow 15\cdot d\cdot S_2B=8\cdot F\cdot f$

Продифференцируем по времени: $15\cdot S_2B\cdot\dot{d}+15\cdot d\cdot\dot{S_2B}=8F\cdot\dot{f}$

$\dot{d}=2v$; $\dot{S_2B}=U_2$; $\dot{f}=U_1$

$15\cdot h\cdot 2v+15\cdot d\cdot U_2=8F\cdot U_1$

U – полная скорость изображения

U_1 – пр-ия U на ось OO_1

U_2 – перпендикулярная сост. U.

$U^2=U_1^2+U_2^2$; $\operatorname{tg}\alpha=\frac{U_2}{U_1}$

при $d=\frac{5}{3}F$; $f=\frac{5}{2}F$; ~~получим: $\frac{8}{15}\cdot\frac{F}{h}=\frac{3}{2}\Rightarrow h=\frac{5}{16}F$~~

~~$15\cdot\frac{5}{16}F\cdot 2\cdot v+15\cdot\frac{5}{3}F\cdot U_2=8\cdot F\cdot U_1 \Rightarrow \frac{75}{8}v+25\cdot U_2=8U_1$~~

~~$\frac{75}{8}\cdot\frac{v}{U_1}+25\cdot\operatorname{tg}\alpha=8 \Rightarrow \frac{75}{8}\cdot\frac{v}{\frac{v}{18}}+25\cdot\operatorname{tg}\alpha=8$~~

~~$25\cdot\operatorname{tg}\alpha=8-$~~

~~$\alpha=$~~

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$d=\frac{5}{3}F$; $f=\frac{5}{2}F$; $h=\frac{8F\cdot\frac{5}{2}F}{15\cdot\frac{5}{3}F}=F\cdot\frac{20}{25}=\frac{4}{5}F$

$15\cdot\frac{4}{5}F\cdot 2v+15\cdot\frac{5}{3}F\cdot u_2=8\cdot F\cdot u_1$

$\cancel{24v+25u_2=8u_1}$ $\quad 24v+25u_2=8u_1$

$24\frac{v}{u_1}+25\cdot tg\alpha=8 \Rightarrow 25\cdot tg\alpha=8-24\cdot\frac{v}{\frac{9}{2}v}$; $tg\alpha=\frac{8}{75}$

$24v+25\cdot u_2=8\cdot\frac{9}{2}v \Rightarrow 25\cdot u_2=12v \Rightarrow u_2=\frac{12}{25}v$

$u_1=\frac{9}{2}v$

$u^2=v^2\left(\frac{144}{625}+\frac{81}{4}\right)\Rightarrow u=v\cdot\frac{1}{50}\cdot\sqrt{51201}=\frac{3}{50}v\sqrt{5689}$

$tg\alpha=\frac{u_2}{u_1}$ $\quad \cancel{1+\frac{u_2^2}{u_1^2}}\ \cancel{1+tg^2\alpha=\frac{1}{\cos^2\alpha}=\frac{u^2}{u_1^2}}$ $\quad \cos\alpha=\frac{u_1}{u}$

$\cancel{u=u_1\sqrt{1+tg^2\alpha}=\frac{9}{2}v\sqrt{1+\frac{64}{5625}}}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

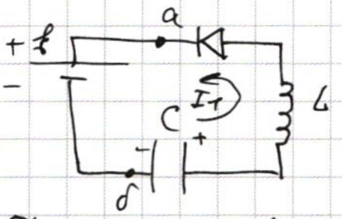
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4.

Дано: $\mathcal{E} = 3$ В; $C = 20$ мкФ; $U_1 = 6$ В; $L = 0{,}2$ Гн; $U_0 = 1$ В

Опред.:

Решение:



сразу после замык. ток нигде не течёт. (напряж.

Т.к. $U_1 > \mathcal{E}$, то ток потечёт против час. стр. сразу после замыкания; $\cancel{U_1 = U_L + U_0 + \mathcal{E}}$

$U_L = L\cdot \dot{I}_0$; $U_L = U_1 - U_0 - \mathcal{E}$ $\quad U_1 = U_L + U_0 + \mathcal{E}$

$$\dot{I}_0 = \frac{U_1 - U_0 - \mathcal{E}}{L} = \frac{2}{0{,}2} = 10\,\frac{A}{c}$$

~~Пока напряжение на конденсаторе больше ℰ, ток течёт через диод.~~ $U_C = L\dot{I}_1 + U_0 + \mathcal{E}$

~~При~~ Максимальный ток это I_1. $\Rightarrow \dot{I}_1 = 0$

$$U_C = U_0 + \mathcal{E}$$

Закон сохр. энерг.: $\frac{CU_1^2}{2} - \mathcal{E}\cdot q = \frac{CU_C^2}{2} + \frac{LI_1^2}{2}$

$$q = C\cdot U_1 - C\cdot U_C \Rightarrow \frac{CU_1^2}{2} - \mathcal{E}\cdot C(U_1 - U_C) = \frac{CU_C^2}{2} + \frac{LI_1^2}{2}$$

$$CU_1^2 - 2C\mathcal{E}(U_1 - U_0 - \mathcal{E}) = C(U_0 + \mathcal{E})^2 + LI_1^2$$

$$LI_1^2 = CU_1^2 - 2CU_1\mathcal{E} + \underline{2CU_0\mathcal{E}} + 2C\mathcal{E}^2 - CU_0^2 - C\mathcal{E}^2 \underline{- 2CU_0\mathcal{E}}$$

$$LI_1^2 = CU_1^2 + C\mathcal{E}^2 - CU_0^2 - 2CU_1\mathcal{E}$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{U_1^2 + \mathcal{E}^2 - U_0^2 - 2U_1\mathcal{E}}{L}\cdot C} = \sqrt{\frac{36 + 9 - 1 - 36}{0{,}2}\cdot 20\cdot 10^{-6}} =$$

$$= \sqrt{800\cdot 10^{-6}} = \sqrt{8\cdot 10^{-4}} = 10^{-2}\cdot 2\sqrt{2} \approx 2{,}8\cdot 10^{-2}\,A = 28\text{ мА}$$

В конце концов ток потечёт по час. стрелке, но его не пропустит диод. надо найти такой момент, когда ток начинает менять направление и то напряжение на конд. будет U_2.

$$U_C = U_L + U_0 + \mathcal{E}$$

Когда $\varphi_a - \varphi_б$ (см. рис.) станет равным $\mathcal{E}$, потом ток потечёт в другую сторону, но его не пропустит диод. Это и есть тот момент.

$\mathcal{E} = -U_0 - U_L + U_C$ Это будет „пиком" для тока и $U_L = 0$ ~~т.к. ток~~

$$U_C = \mathcal{E} + U_0 = 4\,B \Rightarrow U_2 = \mathcal{E} + U_0 = 4\,В$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$= 5895$

$m\frac{u_{отн}^2}{\frac{17}{15}R} = T - N\sin\beta \qquad \frac{mu^2}{R} = N - T\sin\beta \qquad \frac{75\cdot 89}{64}$

$\frac{m u_{отн}^2}{R}\cdot\frac{15}{17} = T - \sin\beta\left(\frac{mu^2}{R} + T\sin\beta\right) =$

$= T - \frac{mu^2}{R}\sin\beta - T\sin^2\beta$

$\frac{m}{R}\left(\frac{15}{17}u_{отн}^2 + u^2\sin\beta\right) = T\cdot\cos^2\beta$

$\frac{1}{\cancel{..}}\cdot\left(\frac{\cancel{15}}{\cancel{..}}\cdot 77\cdot 77 + 51\cdot 51\cdot\frac{\cancel{..}}{\cancel{..}}\right) = T\cdot\frac{64}{15\cdot 10}$

$T = 15\cdot\cancel{..}\cdot 133{,}28125$

$5929 + 2601 = 8530$

$8530 : 64 = 133{,}28125$

$5625 \cdot 81$, $73\cdot 73 = 5329$, $144\cdot 4 = 576$, $71\cdot 71 = 5041$, $3328 : 64 = 52$

$e^2\left(1+\frac{d}{2e}\right)^2 = e^4\left(1+\frac{d}{e}\right)\left(1-\frac{d}{e}\right) = e^4\left(1-\frac{d^2}{e^4}\right)$

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

$0 = -\frac{1}{d^2}\frac{dd}{dt} - \frac{1}{f^2}\frac{df}{dt}$

$z'_x = \frac{x+y-(x-y)}{(x+y)^2} = 0$

$z'_y = \frac{-1\cdot(x+y) - (x-y)}{(x+y)^2}$

$x + y = x - y$, $2y = 0$, $x - y = -x - y$

$\frac{15}{64\cdot 10}\cdot 3328\cdot 10 \cdot \frac{}{15\cdot 3328}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №___ (Нумеровать только чистовики)

$\frac{75}{8}v + 25u_2 = \frac{4}{9}v \quad |\cdot 72$

$675v + 1800u_2 = 32v$

2	3	4	5
V	V		

$17 \cdot 17 = 289$, $289 - 64 = 225$, $51 \cdot 51 = 2601$, $2601 + 1600 = 4201$, $25 \cdot 72 = 1800$, $75 \cdot 9 = 675$

$51 \cdot 80 = 4080$

$\frac{24}{85} - \frac{60}{85}$

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d} = \frac{q}{U}$

$E = \frac{q}{\varepsilon_0 S} = \frac{q}{C \cdot d} = \frac{q \cdot U}{q \cdot d}$

$4080 : 85 = 48$

$48 \cdot 36 = 1728$

$4201 + 1728 = 5929$

$5929 = 3 \cdot 197$

5929

$30 \cdot 30 = 900$

$70 \cdot 70 = 4900$

$80 \cdot 80 = 6400$

$(70; 80)$

$\cos\gamma = 0{,}50$

$\frac{m v_0^2}{2} = E \cdot q \cdot \frac{8}{5} d$

$v_0^2 = \gamma \cdot E \cdot \frac{8}{5} d$

$75 \cdot 75 = 5625$, $77 \cdot 77 = 5929$

$\frac{8}{17} \cdot \cos\gamma - \frac{15}{17} \cdot \sin\gamma = 0$

$1600 = 2601 + 5929 - 2 \cdot 51 \cdot 77 \cdot \cos\gamma$

$m \frac{u^2}{R} = N - F \sin\beta$

$m \frac{dv}{dt} = -E \cdot q$

$0 - v_1 = -E \cdot \gamma \cdot T$

$v_1 = \gamma \cdot E \cdot T$

$\frac{17}{15}$, $1 + \frac{64}{225} = \frac{1}{\cos^2\gamma}$, $\operatorname{tg}\gamma = \frac{8}{15}$

$ma = E \cdot q \Rightarrow a = \frac{E \cdot q}{m}$

$v_1 = a \cdot T \quad \frac{4}{5} d = v_1 T - \frac{a T^2}{2}$

$\frac{4}{5} d = v_1 T - \frac{T}{2} \cdot v_1 = v_1 T - \frac{v_1 T}{2} = \frac{v_1 T}{2}$

$\frac{8}{5} d = v_1 T \Rightarrow T = \frac{8d}{5 v_1}$

$5 v_1^2 = a \cdot 8d$

$v_0 = v_1$

$v_0^2 = \frac{8}{5} \cdot \gamma E d = \frac{8}{5} \cdot \gamma \cdot \frac{5}{8} \frac{v_1^2}{\gamma}$

от-но муфты покр. $\frac{17}{15} R$

$m \frac{u_{отн}^2}{l} = T$

$\frac{77 \cdot 77 \cdot 15}{17 \cdot 170}$

$\frac{5929}{17 \cdot 170}$

6930

$462 \cdot 15 = 2310 + 462 = 6930$

$5929 : 17 = 349$

3465

6930

$8530 - 1600$

$7854 : 17 = 462$

$2601 + 5929$

$102 \cdot 77$

714