Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

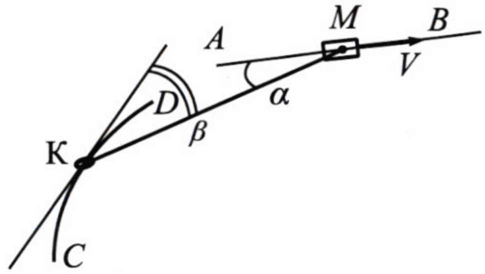
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр 9.29
(заполняется секретарём)

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

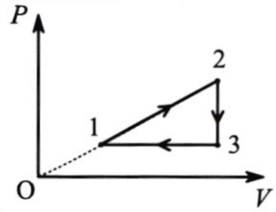
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha(\cos\alpha = 4/5)$ с направлением движения муфты и угол $\beta(\cos\beta = 8/17)$ с направлением движения 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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



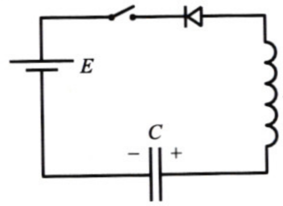
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U. Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

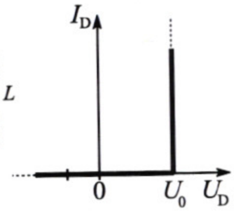
1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \dfrac{|q|}{m}$.
2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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 $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

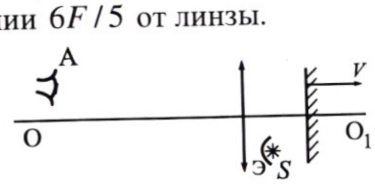
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.





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 $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ 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.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

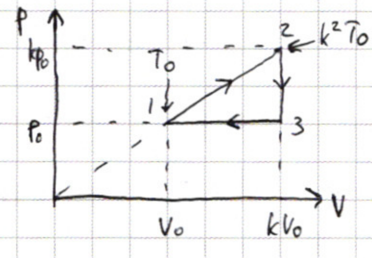
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 2)



одноатомный газ: $i=3$; ν - кол-во в-ва

подведенное теплота 2-3 и 3-1: (на 1-2 повышается p и V, значит температура тоже $\frac{pV}{T}=const$);

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = 0 + \frac{i}{2}\nu R\Delta T_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23}$, $Q_{31} = A_{31}+\Delta U_{31} = \nu R\Delta T_{31} + \frac{i}{2}\nu R\Delta T_{31} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{31}$

молярная теплоемкость: $c_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu\Delta T_{23}} = \frac{3}{2}R$, $c_{31} = \frac{Q_{31}}{\nu\Delta T_{31}} = \frac{5}{2}R \Rightarrow \frac{c_{23}}{c_{31}} = \frac{3}{5} = 0{,}6$

процесс 1-2: пусть $p_1=p_0$, $V_1=V_0$, $T_1=T_0$; т.к. завис-ть прямо пропорц., то если $p_2=kp_0$, то $V_2=kV_0$; $\frac{pV}{T}=const \Rightarrow \frac{p_0V_0}{T_0}=\frac{kp_0\cdot kV_0}{T_2} \Rightarrow T_2=k^2T_0$

$\Delta U_{12} = \frac{i}{2}\nu R\Delta T_{12} = \frac{3}{2}\nu R(k^2T_0-T_0) = \frac{3}{2}\nu RT_0(k^2-1)$

работу газа считаем как площадь под процессом (трапеция):

$A_{12} = \frac{p_0+kp_0}{2}(kV_0-V_0) = \frac{1}{2}p_0(k+1)V_0(k-1) = \frac{1}{2}p_0V_0(k^2-1)$

из ур-ия Менделеева-Клапейрона: $p_0V_0=\nu RT_0 \Rightarrow A_{12}=\frac{1}{2}\nu RT_0(k^2-1) \Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}}=3$

КПД: $\eta = \frac{A}{Q_{подв}}$ где A - работа газа за цикл, $Q_{подв}$ - подведенное к газу кол-во теплоты

работа газа за цикл - площадь Δ-ка, образованного графиком

$A = \frac{1}{2}(kV_0-V_0)(kp_0-p_0) = \frac{p_0V_0(k-1)^2}{2} = \frac{\nu RT_0(k-1)^2}{2}$

в пр-сах 2-3 и 3-1 тепло от газа отводится: $Q_{23}=\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23}<0$, $Q_{31}=\frac{5}{2}\nu R\Delta T_{31}<0$; значит $Q_{подв}=Q_{12}=A_{12}+\Delta U_{12}=\frac{1}{2}\nu RT_0(k^2-1)+\frac{3}{2}\nu RT_0(k^2-1)=2\nu RT_0(k^2-1)$

значит $\eta = \frac{\frac{1}{2}\nu RT_0(k-1)^2}{2\nu RT_0(k^2-1)} = \frac{(k-1)^2}{4(k-1)(k+1)} = \frac{k-1}{4(k+1)}$

для нахождения максимума возьмем производную по k

$\eta'(k) = \frac{1\cdot4(k+1)-(k-1)\cdot4}{16(k+1)^2} = \frac{4k+4-4k+4}{16(k+1)^2} = \frac{8}{16(k+1)^2} = \frac{1}{2(k+1)^2} > 0$

☐ черновик ☑ чистовик

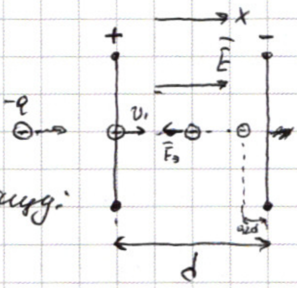
(Поставьте галочку в нужном поле)

функция $\eta(k)$ - возрастающая, значит $\eta = \eta_{max}$ при $k \to \infty$

$\eta = \frac{k-1}{4(k+1)}$ => при $k \to \infty$ $\eta_{max} = \frac{1}{4} = 0,25$

Ответ: 1) $\frac{\rho_{23}}{\rho_{31}} = 0,6$ 2) $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$ 3) $\eta_{max} = 0,25$

Задание 3) поле конденсатора можно считать однородным, по условию ~~т.к сторона квадрата => d~~



← конденсатор

отриц. заряж. частица → $-q$

сила действующая на частицу: $\bar{F}_э = \bar{E}(-q)$ направлена против вектора напряженности и вызывает ускорение $\bar{a}$:

напряженность поля: $E = \frac{U}{d}$ направлена от + к −

2ой з-н Ньютона: $\bar{F}_э = m\bar{a}$, на ось x: $-F_э = ma_x$ => $a_x = -\frac{F_э}{m} = -\frac{E|q|}{m}$

формула равноуск. движ-я: $2(\bar{a};\bar{S}) = v_к^2 - v_н^2$

в нашем случае $a = \frac{E|q|}{m}$, $S = d - 0,2d = 0,8d$, $(\bar{a};\bar{S}) = -aS$, $v_к = 0$, $v_н = v_1$

значит $-2 \cdot \frac{E|q|}{m} \cdot 0,8d = 0^2 - v_1^2$ => $v_1^2 = 1,6\, Ed \frac{|q|}{m}$, где $Ed = U$, $\frac{|q|}{m} = \gamma$

значит $v_1^2 = \frac{8U\gamma}{5}$ => $\gamma = \frac{5v_1^2}{8U}$

после остановки частица полетит обратно и вылетит через полож. обкладку. формула равноускор. движ-я: $\bar{S} = \bar{v}_н t + \frac{1}{2}\bar{a}t^2$

в проекции на x: $S_x = v_{нx} t + \frac{1}{2} a_x t^2$, если рассмотреть процесс от влета до вылета, то $S_x = 0$, $v_{нx} = v_1$, $a_x = -\frac{E|q|}{m} = -E\gamma$, $t = T$

значит $0 = v_1 T - \frac{E\gamma T^2}{2}$ $|:T \neq 0$, $0 = v_1 - \frac{E\gamma T}{2}$ => $v_1 = \frac{E\gamma T}{2}$

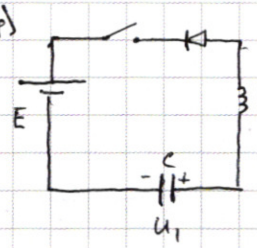
$T = \frac{2v_1}{E\gamma}$, где $E = \frac{U}{d}$, $\gamma = \frac{5v_1^2}{8U}$ => $T = \frac{2v_1 \cdot d \cdot 8U}{U \cdot 5v_1^2} = \frac{16d}{5v_1}$

т.к. мы пренебрегаем гравитацией, а снаружи конденсатора поля нет, то после вылета сил на частицу не действует, она сохраняет скорость. За время движ. в конденсаторе работа силы $F_э$ равна 0, т.к перемещение равно 0 => скорость при вылете $v_0 = v_1$

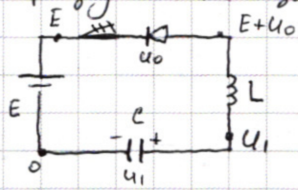
Ответ: 1) $\gamma = \frac{5v_1^2}{8U}$ 2) $T = \frac{16d}{5v_1}$ 3) $v_0 = v_1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 4)



сразу после замыкания ключа ($t=0$)

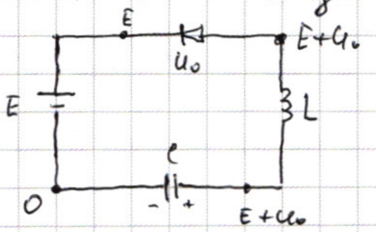


напр. на конденсаторе и ток через катушку скачком не изменились: $U_c(0)=U_1=9B$, $I_L(0)=0$

тока через катушку нет, значит его нет во всей цепи (в частности, на диоде): $I_Д(0)=0$; т.к. появилась ск-ть возрастания тока, то $U_Д(0)=U_0=1B$; воспользуемся методом потенциалов: получаем $U_L(0)=U_1-(E+U_0)=U_1-U_0-E$

$U_L(0)=L\,I'(0)$ => ск-ть возраст. тока: $\underline{I'(0)}=\frac{U_L(0)}{L}=\frac{U_1-U_0-E}{L}=\frac{9-1-6}{0,4}=\underline{5\,\frac{A}{c}}$

макс. ток после замыкания ($t=t_1$)



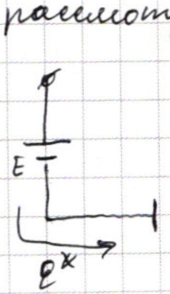
$I_L(t_1)=I_{max}$, значит $I_L'(t_1)=0$ => $U_L(t_1)=0$

при $I=I_{max}$: $U_Д(t_1)=U_0=1B$

воспользуемся методом потенциалов:

видно, что $U_c(t_1)=E+U_0=7B$, заряд конденсатора $q(t_1)=CU_c(t_1)=$ $=C(E+U_0)$.

рассмотрим переходный процесс от $t=0$ до $t=t_1$



изменение заряда левой обкладки:

был $-CU_1$, стал $-C(E+U_0)$

он ~~уменьшился~~ увеличился на $q^*=-C(E+U_0)-(-CU_1)=C(U_1-U_0-E)$

значит он протекал к левой обкладке, против действия сторонних сил источника, поэтому работа источника: $A_{ист}=-Eq^*=-CE(U_1-U_0-E)$

энергия: $W(0)=\frac{1}{2}CU_c^2(0)+\frac{1}{2}LI_L^2(0)=\frac{1}{2}CU_1^2+0=\frac{1}{2}CU_1^2$

$W(t_1) = \frac{1}{2} C U_C^2(t_1) + \frac{1}{2} L I_L^2(t_1) = \frac{1}{2} C(E+U_0)^2 + \frac{1}{2} L I_{max}^2$

ЗСЭ: $A_{ист} = W(t_1) - W(0) + Q$; $Q = 0$, т.к нет резисторов

значит $-CE(U_1 - U_0 - E) = \frac{1}{2} C(E+U_0)^2 + \frac{1}{2} L I_{max}^2 - \frac{1}{2} C U_1^2$

$\frac{1}{2} C\left(U_1^2 - (E+U_0)^2 - 2E(U_1 - U_0 - E)\right) = \frac{1}{2} L I_{max}^2 \quad | \cdot 2$

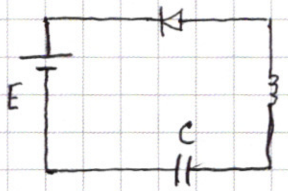
$C(U_1^2 - E^2 - U_0^2 - 2EU_0 - 2EU_1 + 2EU_0 + 2E^2) = L I_{max}^2$

$C(U_1^2 - U_0^2 + E^2 - 2EU_1) = L I_{max}^2 \Rightarrow C\left((U_1 - E)^2 - U_0^2\right) = L I_{max}^2$

$I_{max}^2 = \frac{C(U_1 - E - U_0)(U_1 - E + U_0)}{L} \Rightarrow \underline{I_{max}} = \sqrt{\frac{C(U_1 - E - U_0)(U_1 - E + U_0)}{L}} =$

$= \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}(9-6-1)(9-6+1)}{4 \cdot 10^{-1}}}\,A = \sqrt{\frac{10^{-4} \cdot 2 \cdot \cancel{4}}{\cancel{4}}}\,A = 10^{-2} \cdot \sqrt{2}\,A \approx \underline{1{,}4 \cdot 10^{-2}\,A}$

устан. напряжение на конденсаторе ($t = t_{уст}$):

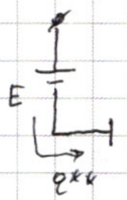


$U_C(t_{уст}) = U_2 = const \Rightarrow U_C'(t_{уст}) = 0$

значит $I_C(t_{уст}) = C U_C'(t_{уст}) = 0 \Rightarrow$ тока в цепи нет

значит $W(t_{уст}) = \frac{1}{2} C U_C^2(t_{уст}) + \frac{1}{2} L I_L^2(t_{уст}) = \frac{1}{2} C U_2^2 + 0 = \frac{1}{2} C U_2^2$

посчитаем работу источника от $t = 0$ до $t = t_{уст}$:



у левой обкладки был заряд $-CU_1$, стал $+CU_2$ или $-CU_2$

1) пусть стал $+CU_2$, тогда $q^{**} = CU_2 - (-CU_1) = C(U_1 + U_2)$

$A^*_{ист} = -Eq^{**} = -CE(U_1 + U_2)$

ЗСЭ от $t = 0$ до $t = t_{уст}$: $-CE(U_1 + U_2) = W(t_{уст}) - W(0)$

$-CE(U_1 + U_2) = \frac{1}{2} C U_2^2 - \frac{1}{2} C U_1^2 \Rightarrow -CEU_1 - CEU_2 = \frac{1}{2} C U_2^2 - \frac{1}{2} C U_1^2 \quad | \cdot \frac{2}{C}$

$\underline{U_2}^2 + 2E\underline{U_2} + 2EU_1 - U_1^2 = 0$, $D/4 = E^2 - (2EU_1 - U_1^2) = (U_1 - E)^2$

$U_2 = \frac{-E \pm (U_1 - E)}{1} = \left[\begin{array}{l} U_1 - 2E \\ -U_1 \end{array}\right. < 0$ не подходит

2) пусть стал $-CU_2$, тогда $q^{**} = C(U_1 - U_2)$, $A^*_{ист} = -Eq^{**} = -CE(U_1 - U_2)$

ЗСЭ: $-CE(U_1 - U_2) = \frac{1}{2} C U_2^2 - \frac{1}{2} C U_1^2 \Rightarrow -CEU_1 + CEU_2 = \frac{1}{2} C U_2^2 - \frac{1}{2} C U_1^2 \quad | \cdot \frac{2}{C}$

$\underline{U_2}^2 - 2E\underline{U_2} + 2EU_1 - U_1^2 = 0$, $D/4 = E^2 - 2EU_1 + U_1^2 = (U_1 - E)^2$

$U_2 = \frac{E \pm (U_1 - E)}{1} = \left[\begin{array}{l} U_1 \text{ — нач. сост-ие} \\ 2E - U_1 \end{array}\right.$

значит $\underline{U_2} = 2E - U_1 = 2 \cdot 6 - 9 = \underline{3\text{ В}}$

Ответ: 1) $I'(0) = \frac{U_1 - U_0 - E}{L} = 5\,\frac{А}{с}$ 2) $I_{max} = \sqrt{\frac{C(U_1 - E - U_0)(U_1 - E + U_0)}{L}} \approx 1{,}4 \cdot 10^{-2}$ А 3) $U_2 = 2E - U_1 = 3$В

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

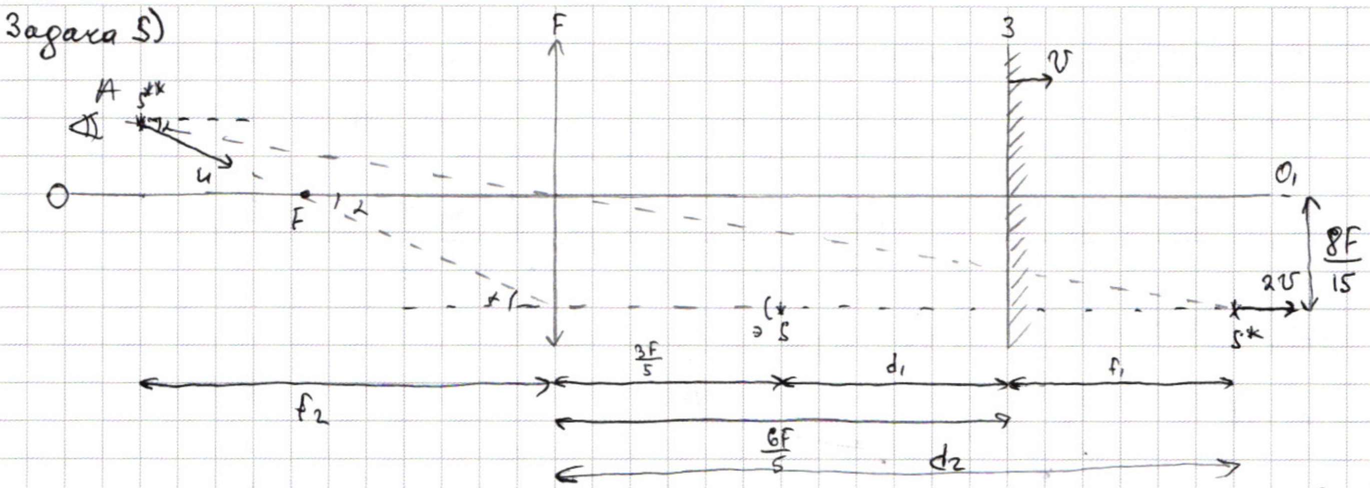
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5)



S – действ. предмет для зеркала З, расст. до зеркала: $d_1 = \frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{3F}{5}$

S^* – мнимое изобр-ие предмета S в З, расст. до З: $f_1 = d_1 = \frac{3F}{5}$

S^* – действ. предмет для линзы, расст. до линзы: $d_2 = f_1 + d_1 + \frac{3F}{5} = \frac{9F}{5}$

S^{**} – действ. изобр-ие предмета S^* в линзе ($d_2 > F$)

расст. до линзы: f_2, формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{5}{9F} + \frac{1}{f_2}$

значит $\underline{f_2 = \frac{9F}{4}}$ – ответ на 1ый вопрос

перейдем в СО зеркала: в ней предмет S двигается влево со скоростью V, значит его изображение S^* удаляется от зеркала с той же скоростью V, т.е двигается вправо. Вернемся в СО земли, ск-ть S^* в ней: $\bar{V}_{S^*} = \bar{V}_{отн} + \bar{V}$, где $\bar{V}_{отн} = \bar{V}$. Значит S^* в СО земли двигается горизонтально вправо со ск-тью $2V$. При движении S^* вправо d_2 увеличивается, значит из формулы тонкой линзы делаем вывод, что f_2 уменьшается, то есть S^{**} приближается к линзе, причем ск-ть направлена так, чтобы прямые на к-рых лежат ск-ти S^* и S^{**} пересекаются в точке на линзе. Т.к ск-ть S^*

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

горизонтальна, то прямая, на к-й лежит ск-ть S^{**} проходит через фокус. Нетрудно заметить, что $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8F/15}{F} = \frac{8}{15}$ (из прямоугольного Δ-ка). Значит $\sin \alpha = \frac{8}{17}$, $\cos \alpha = \frac{15}{17}$

увеличение в линзе: $\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{9F}{4} : \frac{9F}{5} = \frac{5}{4}$

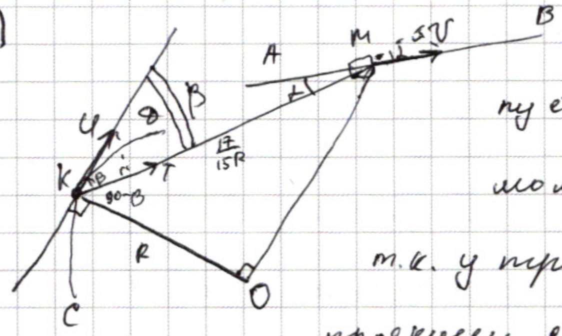
продольные скорости относятся как квадрат увеличения:

$\Gamma_2^2 = \frac{u \cos \alpha}{2V}$, где u – скорость изображения S^{**}

значит $\frac{25}{16} = \frac{u \cdot \frac{15}{17}}{2V} \Rightarrow \frac{25}{16} = \frac{15u}{34V} \Rightarrow u = \frac{\cancel{25}^{5} \cdot \cancel{34}^{17} V}{{}_{8}\cancel{16} \cdot \cancel{15}_{3}} = \frac{85V}{24}$

Ответ: 1) $f_2 = \frac{9F}{4}$ 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}$ 3) $u = \frac{85}{24} V$

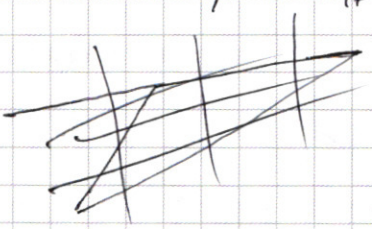
Задание 1)



пусть скорость кольца в этот момент равна u

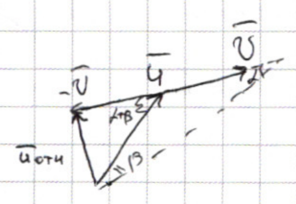
т.к. у троса постоянная длина, то проекции ск-тей V и u на трос равны (иначе его разорвёт): $V \cos \alpha = u \cos \beta$

$\underline{u} = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{2 \cdot \frac{4}{5}}{\frac{8}{17}} \frac{м}{с} = \frac{\cancel{2} \cdot 4 \cdot 17}{5 \cdot \cancel{8}} \frac{м}{с} = \frac{17}{5} \frac{м}{с} = \underline{3{,}4 м/с}$ $(u = 1{,}7V)$



ур-ие сложения скоростей: $\bar{u}_{отн} + \bar{V} = \bar{u}$

$\bar{u}_{отн} = \bar{u} - \bar{V}$



угол между $-\bar{V}$ и $\bar{u}$ равен $\alpha + \beta$ (как внешний)

$\sin \alpha = \frac{3}{5}$, $\sin \beta = \frac{15}{17}$

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha \cos\beta - \sin\alpha \sin\beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} =$

$= \frac{32 - 45}{85} = -\frac{13}{85}$

теорема косинусов: $u_{отн}^2 = u^2 + V^2 - 2u \cdot V (\cos \alpha+\beta) = u^2 + V^2 + \frac{26}{85} uV$

$u_{отн}^2 = 2{,}89 V^2 + V^2 + \frac{26}{\cancel{85}_5} \cdot \frac{\cancel{17}^1}{10} V^2 = 3{,}89 V^2 + 0{,}52 V^2 = 4{,}41 V^2$

$\underline{u_{отн}} = \sqrt{4{,}41 V^2} = 2{,}1 V = \underline{4{,}2 м/с}$

О – центр окружности, дугой которой является CD

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

соединим точку O с муфтой M и получим прямоугольный треугольник ($\cos(90-\beta) = \sin\beta = \frac{15}{17}$, $\frac{R}{\ell} = \frac{15}{17}$)

у кольца K есть центростремительное ускорение: $a_n = \frac{u^2}{R} = \frac{2{,}89 V^2}{R}$

оно вызвано проекцией силы натяжения троса на радиус:

$T\sin\beta = ma_n \Rightarrow T = \frac{ma_n}{\sin\beta} = \frac{m \cdot 2{,}89 V^2 \cdot 17}{R \cdot 15} = \frac{49{,}13 m V^2}{15R} = \frac{49{,}13 \cdot 0{,}4 \cdot 4}{15 \cdot 1{,}8} \approx$

$\approx \frac{49 \cdot 0{,}8}{15} \approx \frac{49 \cdot 3}{50} \approx 3H$

Ответ: 1) $u = V\frac{\cos 2}{\cos\beta} = 1{,}7V = 3{,}4$ м/с 2) $u_{отн} = 2{,}1V = 4{,}2$ м/с

3) $T = \frac{49{,}13 m V^2}{15R} \approx 3H$

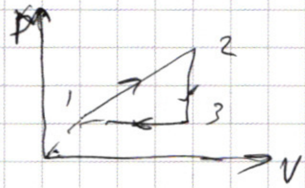
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) 

$i=3$

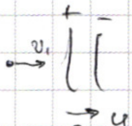
2-3: $Q_{23} = \overset{0}{A_{23}} + \Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23}$

3-1: $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \nu R\Delta T_{31} + \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{31} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{31}$

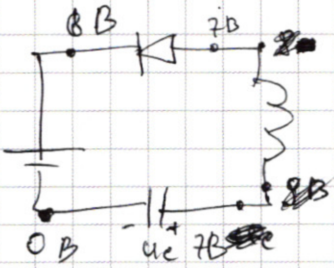
$c_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu\Delta T_{23}} = \frac{3R}{2}$, $c_{31} =$

$$\eta' = \frac{(k-1)'\cdot 4(k+1) - (k-1)\cdot 4(k+1)'}{16(k+1)^2} = \frac{4(k+1)-4(k-1)}{16(k+1)^2} = \frac{k+1-k+1}{4(k+1)^2} = \frac{1}{2(k+1)^2}$$

$>0 \Rightarrow \uparrow$

3) однородн поле 

ρ иреиедр φ

4) 

макс. ток

$I' = 0 \Rightarrow U_L = 0$

$U_0 = U_0$

$-C\cdot 12 = \frac{49}{2}C - \frac{81}{2}C$

$\frac{81}{2} - \frac{49}{2} - 12 = 4$

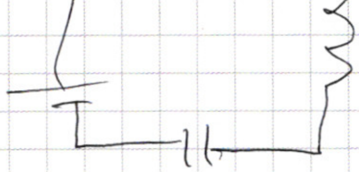
8В •

0 •

• 9В

$8 = LI^2_{max}$

уст. сост



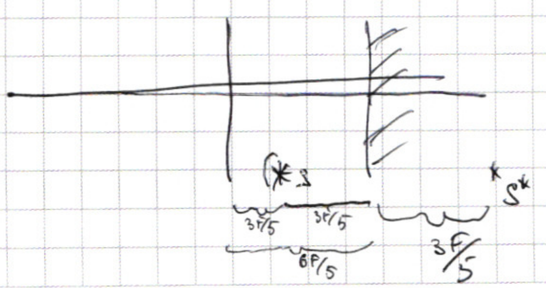
было $-CU_1$

стало 1) $+CU_2$

2) $-CU_2$

1) $A_{ист} = -E\cdot C(U_2+U_1) = -CE(U_1+U_2)$

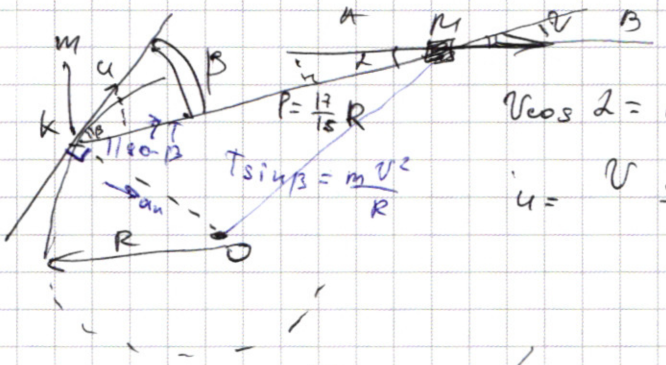
2) $A_{ист} = -E\,C(U_1-U_2) = CE(U_2-U_1)$ $EC(U_2-U_1) = CE(U_2-U_1)$ $U_1 > U_2$

5) 

S^* - действ

$d_1 = \frac{9F}{5}$ $\frac{1}{F} = \frac{5}{9F} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{9F}{4}$

1)



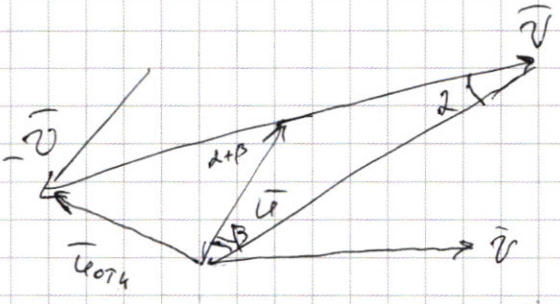
$V\cos\alpha = u\cos\beta$

$u = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = V^2\frac{4\cdot17}{5\cdot8} = \frac{\cancel{8}\cdot17}{\cancel{8}\cdot5}$

$\cos(90-\beta) = \frac{R}{\frac{17}{15}R} = \frac{15}{17}$

$\shortparallel$

$\sin\beta$



$$\begin{array}{r} 17 \\ \times\ 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 389 \\ 52 \\ \hline 441 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ \times\ 17 \\ \hline 289 \\ 2023 \\ \hline 4913 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ 21 \\ \hline 21 \\ 42 \\ \hline 441 \end{array}$$