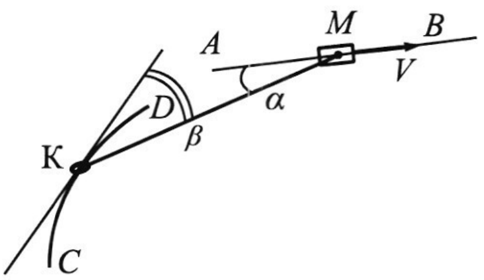
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

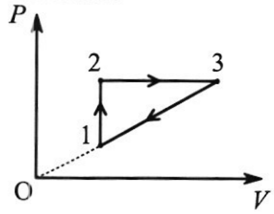
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0{,}1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 15/17)$ с направлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 4/5)$ с направлением движения кольца.



1) Найти скорость кольца в этот момент.
2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
3) Найти силу натяжения нити 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 повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

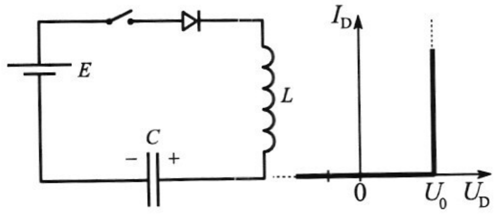


3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\dfrac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

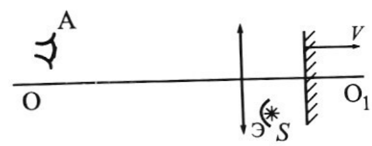
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ 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.

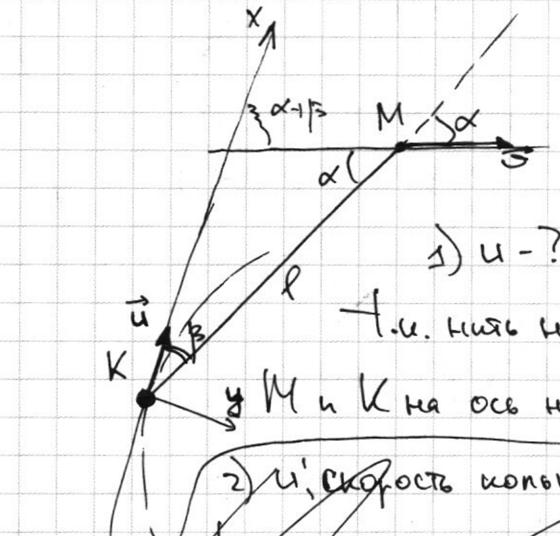
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F, плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости 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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.



$\cos\alpha = \frac{15}{17}$, $\sin\alpha = \frac{8}{17}$

$\cos\beta = \frac{4}{5}$, $\sin\beta = \frac{3}{5}$

$\cos(\alpha+\beta) = \frac{15\cdot 4 - 8\cdot 3}{5\cdot 17} = \frac{36}{85}$

$l = \frac{5R}{3}$, $\vartheta = 68$ см/с, $R = 1{,}9$ м

1) u − ?

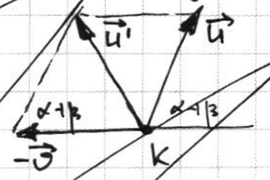
Т.к. нить нерастяжима и $T \neq 0$ (сила нат. нити), то проекции скоростей точек M и K на ось нити совпадают: $\vartheta\cos\alpha = u\cos\beta$

$$\boxed{u = \vartheta\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 75\ \frac{см}{с}}$$

ответ 1)

2) u', скорость кольца отн. муфты − ?

В с.о. муфты:



по т. косинусов: $u'^2 = \vartheta^2 + u^2 - 2\vartheta u\cos(\alpha+\beta)$

$$u'^2 = \vartheta^2\left(1 + \frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} - 2\cos\alpha\cdot\cos(\alpha+\beta)/\cos\beta\right)$$

$$u' = \vartheta\sqrt{\cos^2\alpha - 2\cos\alpha\cos\beta\cdot\cos(\alpha+\beta) + \cos^2\beta}\Big/\cos\beta$$

$$u'^2 = 0{,}68^2 + 0{,}75^2 - 2\cdot 0{,}68\cdot 0{,}75\cdot\frac{36}{85}\ \left(\frac{м}{с}\right)^2$$

$$u'^2 = 10000\left(4^2\cdot 17^2 + 5^2\cdot 15^2 - \frac{2\cdot 4\cdot \cancel{17}\cdot\cancel{5}\cdot 15\cdot 36}{\cancel{5\cdot 17}}\right)\left(\frac{м}{с}\right)^2$$

$$u'^2 = 10^4\left(4^2\cdot 17^2 + 5^2\cdot 15^2 - 8\cdot 15\cdot 36\right)\left(\frac{м}{с}\right)^2$$

$$u'^2 = 10^4(4624 + 3375 - 4320)\left(\frac{м}{с}\right)^2$$

$$u'^2 = 3679\cdot 10^4\left(\frac{м}{с}\right)^2$$

$$\boxed{u' \approx 60{,}5\ \frac{см}{с}}$$

ответ 2)

3) пункт на странице 7.

№1 продолж.

3) T - ? 2ЗН для кольца: oy: $ma_n = T\sin\beta$

(ox ‖ с движ. K, oy ⊥ ей) только нормальная составляющая ускорения $\Rightarrow a_n = \frac{u^2}{R}$

$\frac{mu^2}{R} = T\sin\beta$ $\boxed{T = \frac{m\vartheta^2}{R} \cdot \frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta \cdot \sin\beta}}$ ответ 3)

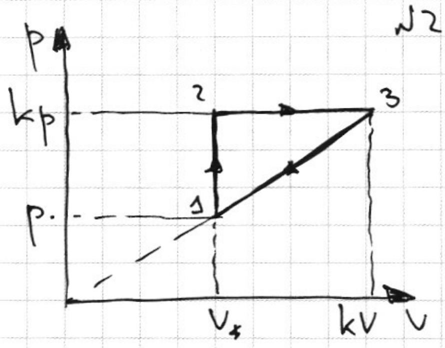
$T = \frac{0{,}1 \cdot 0{,}68^2}{1{,}9} \cdot \frac{15^2/17^2}{4^2/5^2 \cdot 3/5}$

$T = \frac{\cancel{0{,}1} \cdot 10^{-4} \cdot 4^2 \cdot \cancel{17^2}}{19 \cdot \cancel{0{,}1}} \cdot \frac{15^2 \cdot 5^3}{\cancel{4^2} \cdot \cancel{17^2} \cdot 3}$

$T = \frac{3 \cdot 5^5}{19 \cdot 2^4 \cdot 5^4} = \frac{15}{19 \cdot 16} = \frac{15}{304}$ Н

$\boxed{T \approx 0{,}05 \text{ Н}}$ ответ 3)

№2.



пусть в т.1: p, V

т.2: kp, V

т.3: kp, kV

(т.к. $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_3}{V_3}$, то если $\frac{p_3}{p_1} = k$, то $\frac{V_3}{V_1} = k$)

1) $\frac{C_{12}}{C_{23}}$ (участки, где $T\uparrow$ - 12 и 23)

12: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$ $C_{12}\nu(\cancel{T_2 - T_1}) = \frac{3}{2}\nu R(\cancel{T_2 - T_1}) + 0$

$C_{12} = \frac{3}{2}R$

23: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$ $C_{23}\nu(T_3 - T_2) = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + kp(kV - V)$

$\nu R T_3 = k^2 pV$

$\nu R T_2 = kpV$ $\Rightarrow A_{23} = \nu R(T_3 - T_2)$

$C_{23}\cancel{\nu}(\cancel{T_3 - T_2}) = \frac{3}{2}\cancel{\nu}R(\cancel{T_3 - T_2}) + \cancel{\nu}R(\cancel{T_3 - T_2})$

$C_{23} = \frac{5}{2}R$ тогда $\boxed{\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3/2}{5/2} = \frac{3}{5}}$ ответ 1)

2) $\boxed{\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{C_{23}\cancel{\nu}(\cancel{T_3 - T_2})}{\cancel{\nu}R(\cancel{T_3 - T_2})} = \frac{5}{2}}$ ответ 2)

☐ черновик ☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 продолж.

3) η_{max} - ? $\quad \eta = \frac{A_{цикла}}{Q_н} = \frac{A_{цикла}}{Q_{12}+Q_{23}}$

$A_{цикла} = (kp-p)\cdot(kV-V)\cdot\frac{1}{2} = \frac{(k-1)^2}{2}pV$

$Q_{12}+Q_{23} = C_{12}\nu(T_2-T_1) + C_{23}\nu(T_3-T_2) = \frac{3}{2}(kpV-pV) + \frac{5}{2}(k^2-k)pV$

$= (k-1)pV\left(\frac{3}{2}+\frac{5}{2}k\right) = \frac{1}{2}(k-1)(5k+3)pV$

$\eta = \frac{(k-1)^2/2}{(k-1)(5k+3)/2} = \frac{k-1}{5k+3} = \frac{1}{5}\left(\frac{k-1}{k+3/5}\right) = \frac{1}{5}\left(1-\frac{8}{5k+3}\right)$

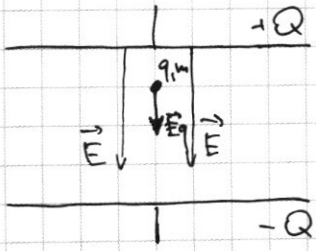
$\frac{5(k-1)}{5k+3}$

$\eta = \frac{1}{5}\left(1-\frac{8}{5k+3}\right)$, растет с увел. k => max при $k \to +\infty$.

при $k \to +\infty$ $\eta \to \frac{1}{5}$.

~~$\eta_{max} = \frac{1}{5}$~~ $\quad \boxed{\eta_{max} = 20\%}$ ответ 3).

№3.



d, S, $(d \ll \sqrt{S})$, $x = 0{,}25d$, T, $\frac{q}{m} = \gamma$.

1) υ_1 при вылете - ?

На частицу действует одна и та же сила $\vec{E}q$ => равноуск. движение. Т.к. $\vec{E}q$ направлена по оси симм., то до вылета из конд. частица пройдет путь $0{,}75d$ (летит к отриц. т.к. $\vec{E}$ напр. от полож. к отриц.)

$0{,}75d = \frac{aT^2}{2}$, $\quad a = \frac{3d}{2T^2}$, $\quad \boxed{\upsilon_1 = aT = \frac{3d}{2T}}$

☐ черновик ☒ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№3 продолж.

2) Q – ? 2ЗН для частицы: $ma = Eq$, $a = \frac{3d}{2T^2}$ из 1).

$\frac{3md}{2qT^2} = E$, $\boxed{E = \frac{3d}{2T^2\cdot\gamma}}$

$\boxed{Q} = CU = \varepsilon_0 \frac{S}{\cancel{d}} \cdot E\cancel{d} = \varepsilon_0 ES = \boxed{\frac{3\varepsilon_0 dS}{2T^2\gamma}}$

ответ

3) ϑ_2 на ∞ большом расст от конденс.

Потенциальная энергия заряж. частицы в конденс. на оси его симм. на расст. x от положн. обкладки: $W = A = Eq\cdot\left(\frac{d}{2} - x\right) \leftarrow$ т.к. чтобы переместить частицу в центр конд. не нужно соверш. работу (перемещая заряд на расст. $\frac{d}{2}$ от обкладки, ~~__~~ E всегда $\perp$ напр. движ., даже на краях, из симметрии) чтобы попасть на расст. x от положн. нужно совершить работу против $\vec{E}$ ($A = -A_E$), а $A_E = -Eq\cdot s$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow A = Eqs = Eq\left(\frac{d}{2} - x\right)$; $W = Eq\left(\frac{d}{2} - x\right) = Eq\cdot\frac{d}{4}$ в нашем случае.

ЗСЭ: $W_p = \frac{m\vartheta_2^2}{2}$ — на бесконечн. ~~потенц. энергии взаим~~ поля нет.

$\frac{1}{4}Eqd = \frac{m\vartheta_2^2}{2}$ $\qquad m\vartheta_2^2 = \frac{1}{2}qd\cdot\frac{3d}{2T^2\gamma}$

$\vartheta_2^2 = \frac{3}{4}\frac{d^2}{T^2}\cdot\frac{\cancel{q}}{\cancel{m}}\cdot\frac{1}{\cancel{\gamma}}$

$\boxed{\vartheta_2 = \frac{\sqrt{3}\cdot d}{2\cdot T}}$

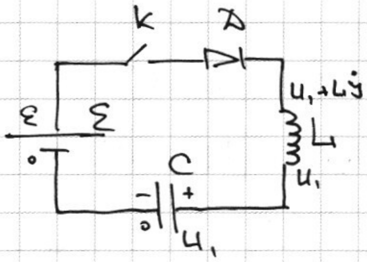
☐ черновик ☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

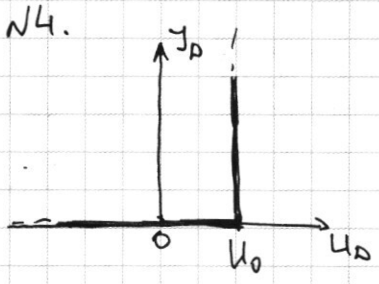
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



N4.



$\mathcal{E} = 9$ В, $U_1 = 5$ В, $U_0 = 1$ В

$C = 40$ мкФ, $L = 0{,}1$ Гн

1) $\dot{Y}(0)$ - ?

2) Y_{max} - ?

3) U_2, устан. на C - ?

1) Условия ∃ тока в цепи:

$$\mathcal{E} - (U_1 + L\dot{Y}) = U_0$$

потенциал на ближнем к диоду конце провода у катушки.

потенциал на „+" батарейки

$L\dot{Y} = \mathcal{E} - U_1 - U_0$, $\boxed{\dot{Y} = \frac{\mathcal{E} - U_0 - U_1}{L} = \frac{3}{0{,}1} = 30\ А/с}$

ответ 1)

2) После $t=0$ ток увеличивается, диод открыт, конденсатор продолжает заряжаться => чтобы диод был открыт $L\dot{Y}$ убывает.

$Y_{max} \Rightarrow \dot{Y} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} - U_c = U_0$, $U_c = \mathcal{E} - U_0$ (U_c - напряж. на C в этот момент)

ЗСЭ: $\frac{LY_m^2}{2} + \frac{CU_c^2}{2} = \mathcal{E}C(U_c - U_1) + \frac{CU_1^2}{2}$

$LY_m^2 = 2\mathcal{E}CU_c - 2\mathcal{E}CU_1 + CU_1^2 - CU_c^2$

$LY_m^2 = 2C\mathcal{E}^2 - \cancel{2C\mathcal{E}U_0} - 2C\mathcal{E}U_1 + CU_1^2 - C\mathcal{E}^2 - CU_0^2 + \cancel{2C\mathcal{E}U_0}$

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

$\boxed{Y_m = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot \sqrt{(\mathcal{E} - U_1)^2 - U_0^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{10^{-1}} \cdot (4^2 - 1^2)} = \sqrt{15} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \simeq$

3,75?

ответ 2)

$\boxed{Y_m \simeq 7{,}5 \cdot 10^{-2}\ А}$

ответ 2)

☐ черновик ☒ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№4 продолж.

3) U_2 на C в устан. режиме $\Rightarrow I=0$.

ЗСЭ: $\frac{CU_1^2}{2}+\mathcal{E}(CU_2-CU_1)=\frac{CU_2^2}{2}$

$$U_2^2-2\mathcal{E}\cdot U_2+U_1(2\mathcal{E}-U_1)=0$$

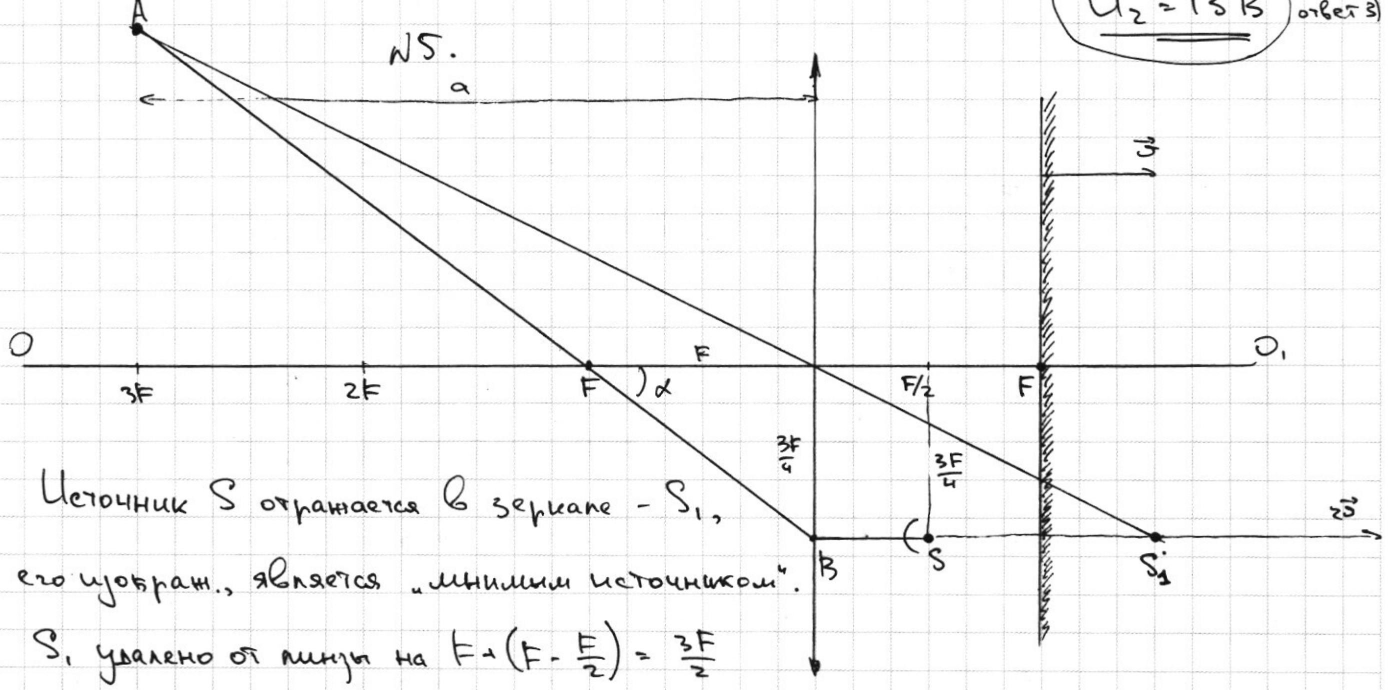
$$U_2=\frac{2\mathcal{E}\pm\sqrt{4\mathcal{E}^2-8\mathcal{E}U_1+4U_1^2}}{2}$$

$U_2=\mathcal{E}\pm(\mathcal{E}-U_1)$

$U_2\neq U_1 \Rightarrow \boxed{U_2=2\mathcal{E}-U_1}$

$\boxed{U_2=13\ \text{В}}$ ответ 3)

№5.



Источник S отражается в зеркале – S_1, его изображ., является „мнимым источником".

S_1 удалено от линзы на $F+\left(F-\frac{F}{2}\right)=\frac{3F}{2}$

Запишем ф-лу тонкой линзы: $\frac{2}{3F}+\frac{1}{a}=\frac{1}{F}$, где a – расст. от линзы до изображ.

$\frac{1}{a}=\frac{1}{F}-\frac{2}{3F}$

1) $\boxed{a=\frac{F}{3}}$ ответ 1)

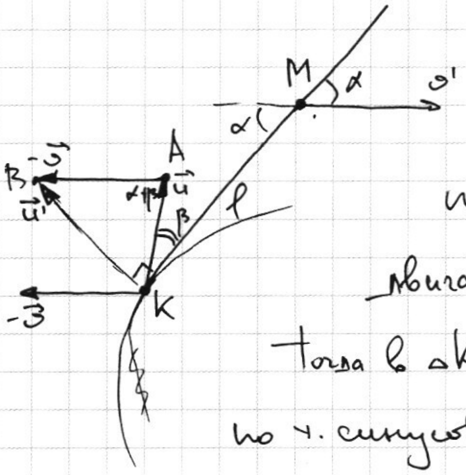
2) $\vec{\vartheta}_{S_1}\uparrow\uparrow d\vec{S}_{S_1}$, где $d\vec{S}_{S_1}=\vec{\vartheta}\,dt$

Т.к. ϑ_{S_1} горизонт., то заметим, что луч, проходящий через центр линзы и луч, до преломления $\parallel OO_1$ для обоих концов dS_{S_1} пересекутся на AB (преломленный луч, ранее $\parallel OO_1$). Тогда ϑ'_{S_1} будет лежать на прямой AB, наклоненной к OO_1 под углом α: $\boxed{tg\,\alpha=\frac{3F/4}{F}=\frac{3}{4}}$ ответ 2)

3) В с.о. зеркала $\vec{\vartheta}_S=-\vec{\vartheta}$, ~~в нашей с. отсчета~~ $\Rightarrow \vartheta_{S_1}=\vec{\vartheta}$, в нашей с.о. $\vec{\vartheta}_{S_1}=$
$=\vec{\vartheta}+\vec{\vartheta}_3=2\vec{\vartheta}$. $\vartheta'=\Gamma\cdot\vartheta_{S_1}=\Gamma^2\cdot 2\vartheta=\left(\frac{3F}{3F/2}\right)^2\cdot 2\vartheta=8\vartheta$ Ответ: $\boxed{\vartheta'=8\vartheta}$ ответ 3).

☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

№1 продолжение.



Перейдем в с.о. муфты.

В ней скорость кольца $\vec{u}' = \vec{u} - \vec{v}$

при этом заметим, что в ней кольцо будет двигаться по окружности радиуса $l \Rightarrow u' \perp$ нити

Тогда в $\triangle KAB$ (см. рис.) $\angle BKA = 90° - \beta$, $\angle KBA = 90° - \alpha$

по т. синусов в нем: $\frac{u'}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{v}{\sin(90°-\beta)} = \frac{u}{\sin(90°-\alpha)}$

$\sin(\alpha+\beta) = \frac{8\cdot 4}{17\cdot 5} + \frac{15\cdot 3}{17\cdot 5} = \frac{7\cdot 11}{17\cdot 5}$

$$\frac{u'}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{v}{\cos\beta} = \frac{u}{\cos\alpha}$$

$$\boxed{u' = v\cdot\frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos\beta} = \cancel{68}\cdot\frac{7\cdot 11\cdot\cancel{5}}{\cancel{17}\cdot\cancel{5}\cdot\cancel{4}} = 77\ \frac{см}{с}}$$

ответ 2).

Заметим, что отсюда также ~~не~~ следует ответ 1): $u = v\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$, приведенный на стр. 1.

Сила натяжения нити в этой с.о. та же, причем тело двигается по окр. $\Rightarrow T = ma_n$; $T = m\frac{u'^2}{l}$

$$T = \frac{mv^2\sin^2(\alpha+\beta)}{l\cos^2\beta}$$

ответ 3).

$$T = \frac{0{,}1\,(4\cdot\cancel{17})^2\cdot 10^{-4}\cdot\frac{(7\cdot 11)^2}{(5\cdot\cancel{17})^2}}{\frac{5\cdot 19\cdot 10^{-2}}{3}\cdot 4^2/5^2} = \frac{\cancel{0{,}1}\cdot\cancel{4^2}\cdot 10^{-4}\cdot 7^2\cdot 11^2\cdot\cancel{5^2}\cdot 3}{5\cdot 19\cdot\cancel{10^{-1}}\cdot\cancel{4^2}\cdot\cancel{5^2}} = \frac{77^2\cdot 3}{5\cdot 19}\cdot 10^{-4} = \frac{5929\cdot 3}{98}\cdot 10^{-4} \approx$$

$\approx 3\cdot 60\cdot 10^{-4} \approx 1{,}8\cdot 10^{-2}\,H$

ответ 3).

☐ черновик ☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

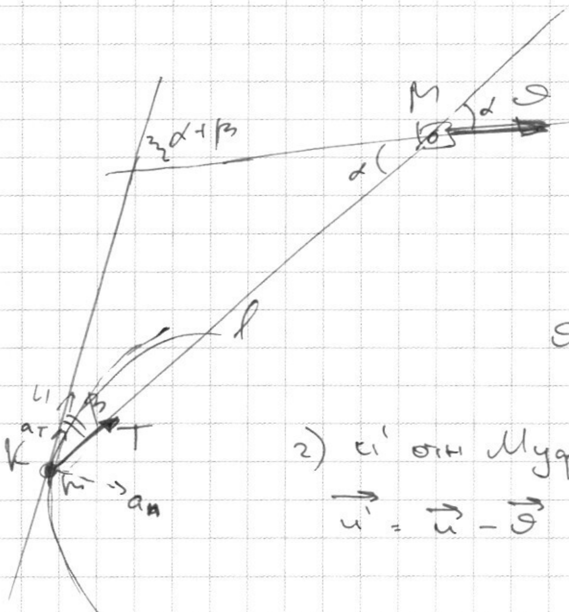
$64+225=289$

№1.

$l=\frac{5R}{3}$ $\cos\alpha=\frac{15}{17}$ $\sin\alpha=\frac{8}{17}$

$\cos\beta=\frac{4}{5}$.

ϑ, R



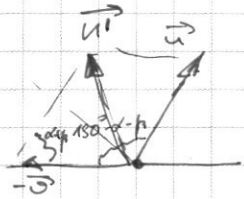
1) u - ?

$\vartheta\cos\alpha=u\cos\beta$ $\boxed{u=\vartheta\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}}$

$u=68\cdot\frac{15/17}{4/5}=\frac{\cancel{68}\cdot5\cdot15}{4\cdot\cancel{17}}=5\cdot15=75$

2) u' отн Муфты - ?

$\vec{u'}=\vec{u}-\vec{\vartheta}$



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

$=\frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5}-\frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5}=\frac{60-24}{5\cdot17}=\frac{36}{85}$

$|\vec{u'}|^2=|\vec{u}|^2+|-\vec{\vartheta}|^2-2|\vec{\vartheta}||\vec{u}|\cdot\cos(\alpha+\beta)$

$u'^2=\vartheta^2\left(\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta}+1\right)-2\vartheta^2\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cdot\cos(\alpha+\beta)$

$u'=\vartheta\sqrt{\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta}+1-2\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cdot\cos(\alpha+\beta)}$

$u'=\vartheta\sqrt{\frac{225/289}{16/25}+1-2\cdot\frac{15/17}{4/5}\cdot\frac{36}{85}}$

$u'=\vartheta\cdot\sqrt{\frac{225\cdot25}{16\cdot289}+1-\frac{2\cdot15\cdot\cancel{5}\cdot\cancel{36}^{9}}{\cancel{4}\cdot17\cdot\cancel{85}_{17}}}$

$u'=\vartheta\sqrt{\frac{(15\cdot5)^2+16\cdot289-2\cdot15\cdot9\cdot16}{16\cdot289}}$

3) T - ?

$ma_n=T\sin\beta$

$a_n=\frac{u^2}{R}$

$m\frac{u^2}{R\sin\beta}=T$

$\boxed{T=\frac{m\vartheta^2\cos^2\alpha}{R\sin\beta\cdot\cos^2\beta}}$

19
16
114
19
304

1500 | 304
0,0

289 · 16 = 1734 + 289 = 4624

225 · 15 = 1125 + 225 = 3375

120 · 36 = 720 + 3600 = 4320

$u'=$

61 · 61 = 61 + 366 = 3721

$4624-4320=304$

$3375+304=3679.$

60

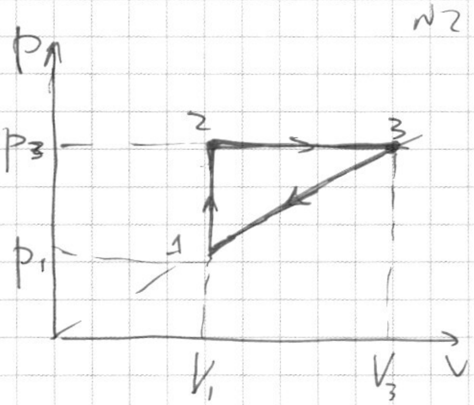
☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

№2.



$i=3.$

1) $\frac{C_{1-2}}{C_{2-3}}$ · T↑ на 1-2 и 2-3.

1-2: $C_{1-2}\nu(T_2-T_1) = \frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)$

$\nu T_2 = \frac{p_3V_1}{R}$, $\nu T_1 = \frac{p_1V_1}{R}$

$\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_1}{V_1} \Rightarrow \boxed{V_3 = \frac{p_3}{p_1}\cdot V_1}$

$C_{1-2}\left(\frac{p_3V_1 - p_1V_1}{R}\right) = \frac{3}{2}(p_3V_1 - p_1V_1)$

пусть $\frac{p_3}{p_1} = k \Rightarrow V_3 = kV_1$

$C_{1-2} = \frac{3}{2}R$

2-3: $C_{2-3}\nu(T_3-T_2) = \frac{3}{2}\nu R(T_3-T_2) + p_3(V_3-V_1)$

$C_{2-3}\frac{p_3V_3 - p_3V_1}{R} = \frac{3}{2}(p_3V_3 - p_3V_1) + p_3V_3 - p_3V_1$

$\frac{C_{2-3}}{R}\cancel{(p_3V_3 - p_3V_1)} = \frac{5}{2}\cancel{(p_3V_3 - p_3V_1)}$

$C_{2-3} = \frac{5}{2}R$

$\boxed{\frac{C_{1-2}}{C_{2-3}} = \frac{3/2}{5/2} = 3/5.}$

2) $\left|\frac{Q_{2-3}}{A_{2-3}} - ?\right| = \frac{C_{2-3}\cancel{(p_3V_3 - p_3V_1)}/R}{\cancel{p_3V_3 - p_3V_1}} = \frac{C_{2-3}}{R} = \frac{5}{2}.$

3) $\eta_{max} - ?$ $\eta_{max} = \frac{A}{Q_H} = 1 - \frac{Q_x}{Q_H}$

$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = C_{12}\left(\frac{p_3V_1 - p_1V_1}{R}\right) + C_{23}\left(\frac{p_3V_3 - p_3V_1}{R}\right) = \frac{3}{2}p_3V_1 - \frac{3}{2}p_1V_1$

$+ \frac{5}{2}p_3^2V_1/p_1 - \frac{5}{2}p_3V_1 = \frac{3}{2}kp_1V_1 - \frac{3}{2}p_1V_1 + \frac{5}{2}k^2p_1V_1 - \frac{5}{2}kp_1V_1 =$

$= p_1V_1\left(\frac{5}{2}k^2 - k - \frac{3}{2}\right)$

$A = \frac{(p_3-p_1)(V_3-V_1)}{2} = \frac{(k-1)^2}{2}p_1V_1$ $\eta = \frac{(k-1)^2}{\left(\frac{5}{2}k^2 - k - \frac{3}{2}\right)2} = \frac{k^2-2k+1}{5k^2-2k-3}$

$\frac{3}{2}p_1V_1(k-1) + \frac{5}{2}p_1V_1(k^2-k) = p_1V_1(k-1)\left(\frac{3}{2} + \frac{5}{2}k\right)$

$\frac{k-1}{5k+3} = \frac{1}{5} - \frac{8}{5(5k+3)}$

$5\frac{k-1}{5k+3} + \frac{8}{5k+3} = 1$

$5(k-1) + 8 = 5k+3$

$1 - \frac{8}{5k+3} = \frac{5k-5}{5k+3} = 5$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2 продолж.

$$\eta = \frac{5k^2-2k-3}{k^2-2k+1} = 5 + \frac{8(k-1)}{(k-1)^2} = 5 + \frac{8}{k-1}$$

$$5k^2-2k-3 = 5(k^2-2k+1) + 8k - 8$$

$$5k^2 - 10k + 5$$

$$\eta_{max} \Rightarrow \left(5 + \frac{8}{k-1}\right)' = 0, \quad -8\frac{1}{(k-1)^2}\cdot 1 = 0$$

$$|Q_x| = \frac{3}{2}(k^2-1)p_1V_1 + (k-1)V_1\cdot\frac{k+1}{2}p_1$$

$$Q_x = \frac{4}{2}(k-1)(k+1)p_1V_1$$

$$Q_x = 2(k-1)(k+1)p_1V_1$$

$$Q_н = \frac{1}{2}p_1V_1(k-1)(5k+3)$$

$$\eta = 1 - \frac{2(k-1)(k+1)}{\frac{1}{2}(k-1)(5k+3)}$$

$$\eta = \frac{(k-1)^2}{5k^2-2k-3} = \frac{(k-1)^2}{5(k-1)(k+\frac{3}{5})} = \frac{k-1}{5k+3}$$

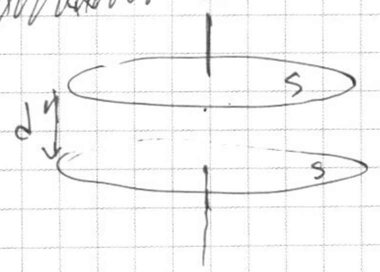
$$\eta = 1 - \frac{4(k+1)}{5k+3}$$

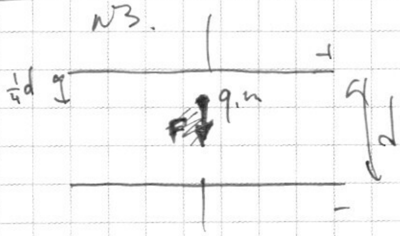
$$\eta = \frac{k-1}{5k+3}$$

$$\left(\frac{k-1}{5k+3}\right)' = 0 \qquad 1\cdot(5k+3) - (k-1)5 = 0$$

$$5k+3-5k+5 = 0.$$

№3.



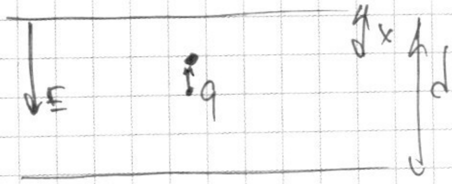


$$\frac{q}{m} = \gamma$$

$$ma = Eq$$

$$d\vartheta = E\gamma dt$$

$$\boxed{\vartheta_1 = E\gamma T}$$



$$W = -A = E$$

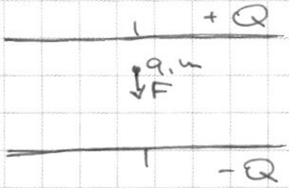
$$A_E = \Delta W = +Eq\cdot\left(\frac{d}{2} - x\right) = \frac{-2x+d}{2}Eq.$$

3) V_2:
$$\frac{m\vartheta_2^2}{2} = \frac{d-2x}{2}Eq$$

$$\vartheta_2^2 = (d-2x)E\gamma = \frac{1}{2}dEq.$$

☒ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



$m\frac{d\vartheta}{dt} = Eq$ $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd}$

За время t прошла $\frac{3}{4}d$: $\frac{3}{4}d = \frac{at^2}{2}$

$\boxed{a = \frac{3d}{2T^2}}$

$ma = Eq$ $\cancel{E = \frac{ma}{qT} = \frac{m\cdot 3d}{q\cdot 2T^2} = \frac{3d}{2}}$

$\boxed{E = \frac{ma}{q} = \frac{3d}{2\gamma T^2}}$

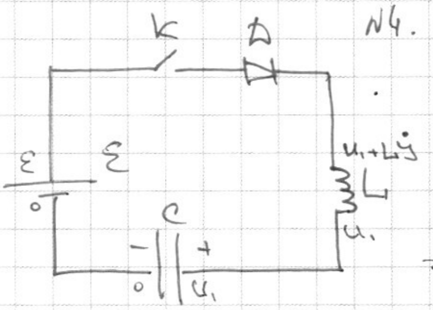
$W = A = Eq\cdot(0{,}25d) = \frac{m\vartheta^2}{2}$ $\frac{3d}{2\gamma T^2}\cdot q\cdot\frac{d}{4} = \frac{m\vartheta^2}{2}$

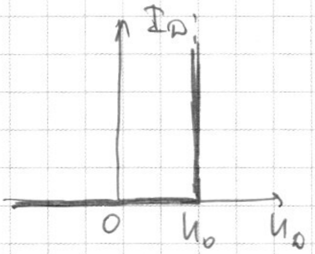
$\frac{3d^2}{4\gamma T^2}\cdot\frac{q}{m} = \vartheta^2$

$\vartheta^2 = \frac{3}{4}\frac{d^2}{T^2}$

$\boxed{\vartheta = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{d}{T}}$

№4.





$C = 40$ мкФ $U_1 = 5$ В

$L = 0{,}1$ Гн $\mathcal{E} = 9$ В $U_0 = 1$ В

1) $\dot I(t=0)$ - ? Кирхгоф: $\mathcal{E} = L\dot I + U_1 + U_0$

1) $\dot I = \frac{\mathcal{E} - U_0 - U_1}{L}$

2) I_{max} - ?

$I_{max} \Rightarrow \dot I = 0 \Rightarrow U_L = 0$, $U_c = 0$.

$\frac{LI_{max}^2}{2} + \frac{CU_c^2}{2} = E(CU_c - CU_1) + \frac{CU_1^2}{2}$

$\frac{LI^2}{2} = EC(U_c - U_1) + \frac{C}{2}(U_c - U_1)(U_c + U_1) = C(U_c - U_1)\left(E - \frac{U_c}{2} - \frac{U_1}{2}\right)$

$I_{max} \neq 0$, диод открыт, когда $\mathcal{E} - (U_c + \underset{0}{L\dot I}) = U_0$ $U_c = \mathcal{E} - U_0 = 8$ В $U_1 = 5$ В

$q_c = \mathcal{E} - U_c$

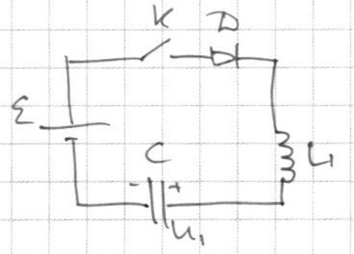
$\frac{LI^2}{2} + \frac{CU_c^2}{2} = \mathcal{E}(CU_c - CU_1) + \frac{CU_1^2}{2}$

$\frac{C\cdot 25В^2}{2} + C\cdot 72В^2 - C\cdot 45В^2 - \frac{C}{2}64В^2 = \frac{C}{2}(144 - 90 - 64 + 25) = \frac{15CВ^2}{2}$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

№4 продолж. 3,75



$$\begin{cases} \frac{LI^2}{2} = C\mathcal{E}(U_c - U_1) + \frac{CU_1^2}{2} - \frac{CU_c^2}{2} \\ U_c = \mathcal{E} - U_0 \end{cases}$$

$$\frac{LI^2}{2} = C\mathcal{E}(\mathcal{E} - U_0 - U_1) + \frac{CU_1^2}{2} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2} + C\mathcal{E}U_0$$

$$\frac{LI^2}{2} = C\mathcal{E}^2 - \cancel{C\mathcal{E}U_0} - C\mathcal{E}U_1 + \frac{CU_1^2}{2} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2} + \cancel{C\mathcal{E}U_0}$$

$$\frac{LI^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - C\mathcal{E}U_1 + \frac{CU_1^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2}$$

$$LI^2 = C(\mathcal{E} - U_1)^2 - CU_0^2$$

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

2): $$\boxed{I = \sqrt{\frac{C}{L_1}} \cdot \sqrt{(\mathcal{E} - U_1)^2 - U_0^2}} = \sqrt{\frac{4\cdot10\cdot10^{-6}}{10^{-1}}} \cdot \sqrt{4^2 - 1^2} =$$

$$= 2\cdot10^{-2}\cdot\sqrt{15} \approx 7{,}5\cdot10^{-2}\ \text{А}$$

3,75?

3) U_2 устан. на конд.

$t=0$: [illegible], диод открыт; ток увеличивается до I_{max}.

В момент I_{max}: $U_c = \mathcal{E} - U_0$. После этого заряд на конд. немного

U_2 устан $\Rightarrow I = 0$ $$\frac{CU_1^2}{2} + E(CU_2 - CU_1) = \frac{CU_2^2}{2}$$

$$CU_2^2 - 2CE\cdot U_2 + 2CU_1E - CU_1^2 = 0$$

$$U_2^2 - 2E\cdot U_2 + (2E - U_1)U_1 = 0$$

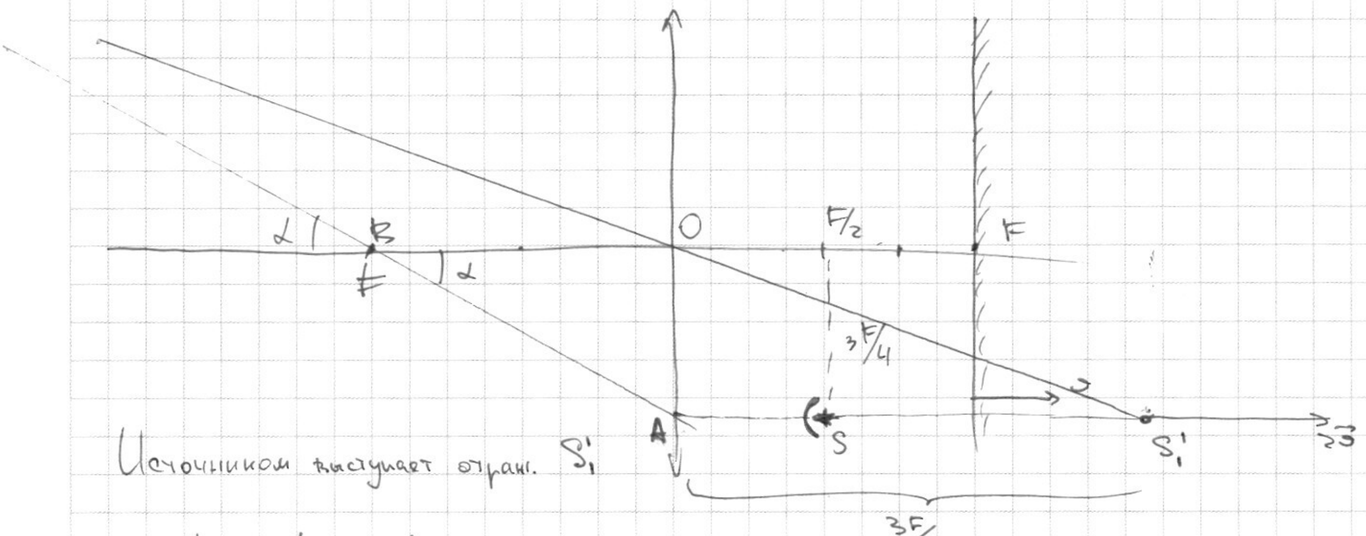
$$U_2 = \frac{2E \pm \sqrt{4E^2 - 8EU_1 + 4U_1^2}}{2}$$

$$U_2 = \frac{2E \pm 2|E - U_1|}{2}$$

$$U_2 = E \pm (E - U_1)$$

$$U_2 \neq U_1 \Rightarrow \boxed{U_2 = 2E - U_1} = 13\text{В}$$

N5.



Источником выступает отраж. S_1'

1) $\frac{1}{a} + \frac{1}{3F/2} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{a} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F}$

$\boxed{a = 3F}$

2) В с.о. зеркала S движ. с $-\vec{\vartheta}$ => S_1' с $\vec{\vartheta}$,

в нашей с.о. S_1' с $\vec{\vartheta} + \vec{\vartheta}_з = 2\vec{\vartheta}$.

$\vartheta' = \gamma \vartheta_{S_1'} = \gamma \cdot 2\vartheta = \Gamma^2 \cdot 2\vartheta$.

$\Gamma = \frac{a}{3F/2} = 2$ => $\boxed{\vartheta' = 8\vartheta}$

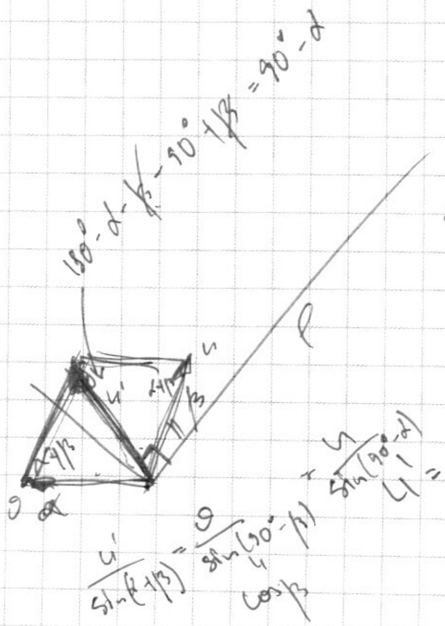
3 пункт.

3): $tg\alpha$ =

ϑ' будет лежать на AB, т.к. $S_1'O$ и OS_2' (перемещенное за dt) ∩ с той же прямой AB. Угол, под которым наклонено AB: $\frac{3F/4}{F} = tg\alpha$

$\boxed{tg\alpha = \frac{3}{4}}$

4)



$\frac{u'}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{\vartheta}{\sin(90°-\beta)} = \frac{u}{\sin(90°-\alpha)}$

$\frac{u}{\cos\beta}$

$u' = \vartheta \cdot \frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos\beta} = 68 \cdot \frac{7 \cdot 11 \cdot 8}{17 \cdot 8 \cdot 4} = 77$ см/с.

$\sin(\alpha+\beta) = \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} + \frac{15 \cdot 3}{17 \cdot 5} = \frac{32+45}{17 \cdot 5} = \frac{7 \cdot 11}{17 \cdot 5}$

тогда u =

u =

77
77
539
539
5929

$\frac{5929 \cdot 3}{98}$