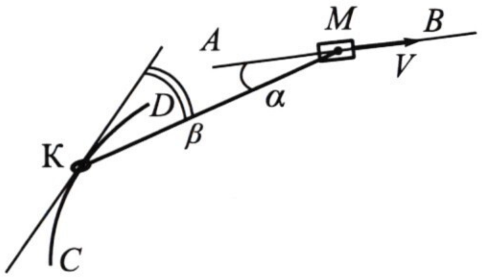
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11 **Вариант 11-03**

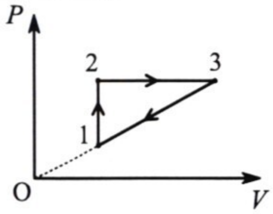
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло:

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 15/17)$ с направлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 3/5)$ 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.



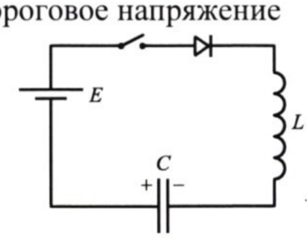
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

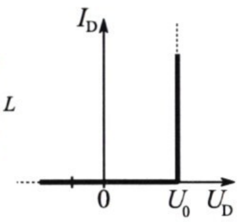
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1. Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?
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.

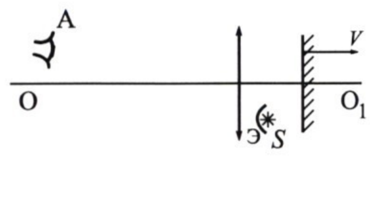
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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 плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.



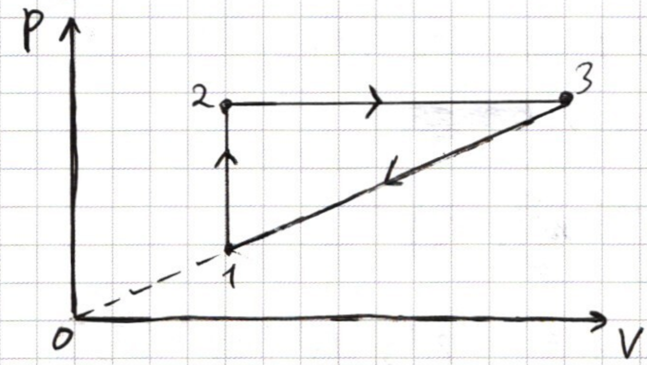
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



1) 1-2: $A_{12}=0$, $\Delta U_{12}>0$; $Q_{12}>0$

2-3: $A_{23}>0$, $\Delta U_{23}>0$; $Q_{23}>0$

3-1: $A_{31}<0$, $\Delta U_{31}<0$; $Q_{31}<0$

2) Повышение температуры происходило на участках: 1-2 и 2-3

3) 1-2: $Q_{12} = C_{12}\nu\Delta T_{12} = A_{12}+\Delta U_{12} = 0 + \frac{i}{2}\nu R\Delta T_{12}$

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

4) 2-3: $Q_{23} = C_{23}\nu\Delta T_{23} = A_{23}+\Delta U_{23}$

$A_{23} = p_2(V_3-V_2) = p_2V_3 - p_2V_2 = \nu RT_3 - \nu RT_2 = \nu R\Delta T_{23}$

$\Delta U_{23} = \frac{i}{2}\nu R\Delta T_{23}$

$C_{23}\nu\Delta T_{23} = \nu R\Delta T_{23} + \frac{i}{2}\nu R\Delta T_{23} = \frac{i+2}{2}\nu R\Delta T_{23}$

$C_{23} = \frac{i+2}{2}\cdot R$

5) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{i}{2}R}{\frac{i+2}{2}R} = \frac{i}{i+2} = \boxed{\frac{3}{5} = \frac{C_{12}}{C_{23}}} = 0,6$

т.к. газ одноатомный, то: $i=3$

6) Процесс 2-3 - изобара: $\frac{\Delta U(p=const)}{A(p=const)} = \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{i}{2}\nu R\Delta T_{23}}{\nu R\Delta T_{23}} = \frac{i}{2}$

$\boxed{\frac{\Delta U(p=const)}{A(p=const)} = \frac{i}{2}} = 1,5$

7) $\eta = 1 - \dfrac{|Q_x|}{Q_H}$

$Q_H = Q_{12} + Q_{23}$

$Q_x = Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$

$\boxed{\cancel{2A = \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(V_3 - V_2) = \frac{1}{2}(p_2V_3 - p_2V_2 - p_1V_3 + p_1V_2)}}$

8) т.к. 1-2 – прямая пропорцианальность, то:

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_3}{V_3}\ ;\quad p_1V_3 = p_3V_1$$

---

8) $|Q_x| = \dfrac{p_3 + p_1}{2}(V_3 - V_1) + \dfrac{i}{2}\nu R(T_3 - T_1)$

$|A_{31}| = \frac{1}{2}(p_3V_3 + p_1V_3 - p_3V_1 - p_1V_1) = \frac{1}{2}(p_3V_3 - p_1V_1) = \frac{1}{2}\nu R(T_3 - T_1)$

$|Q_x| = \dfrac{i+1}{2}\nu R(T_3 - T_1) = \dfrac{i+1}{2}\nu R(\Delta T_{12} + \Delta T_{23})$

9) $\eta = 1 - \dfrac{\frac{i+1}{2}\nu R(\Delta T_{12} + \Delta T_{23})}{\frac{i}{2}\nu R\Delta T_{12} + \frac{i+2}{2}\nu R\Delta T_{23}} = 1 - \dfrac{(i+1)(\Delta T_{12} + \Delta T_{23})}{i\cdot\Delta T_{12} + (i+2)\Delta T_{23}}$

$\eta = 1 - \dfrac{(i+1)(\Delta T_{12} + \Delta T_{23})}{(i+1)\Delta T_{12} - \Delta T_{12} + (i+1)\Delta T_{23} + \Delta T_{23}} = 1 - \dfrac{(i+1)(\Delta T_{12} + \Delta T_{23})}{(i+1)(\Delta T_{12} + \Delta T_{23}) + \Delta T_{23} - \Delta T_{12}}$

$\eta = 1 - \dfrac{1}{1 + \frac{\Delta T_{23} - \Delta T_{12}}{\Delta T_{23} + \Delta T_{12}}\cdot(i+1)^{-1}}$

а)
$f(x) = \dfrac{\Delta T_{23} - \Delta T_{12}}{\Delta T_{23} + \Delta T_{12}} = \dfrac{1 - \frac{\Delta T_{12}}{\Delta T_{23}}}{1 + \frac{\Delta T_{12}}{\Delta T_{23}}} = \left\{\begin{matrix} x > 0 \\ x = \frac{\Delta T_{12}}{\Delta T_{23}} \end{matrix}\right\} = \dfrac{1-x}{1+x}$

$f'(x) = \dfrac{(1+x)\cdot(-1) - (1-x)\cdot 1}{(1+x)^2} = \dfrac{-1-x-1+x}{(1+x)^2} = \dfrac{-2}{(1+x)^2}$

$f(x)$: 0, -1, x

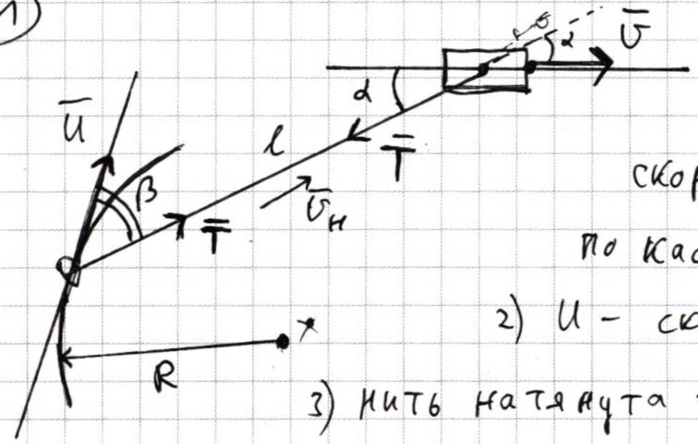
$\Rightarrow \max(f(x)) = \lim\limits_{x\to 0} f(x) = 1$

$\eta_{max} = 1 - \dfrac{1}{1 + \frac{1}{i+1}} = 1 - \dfrac{i+1}{i+2} = \boxed{\dfrac{1}{i+2}} = \dfrac{1}{5}$

б)
$\eta_{max} = 1 - \dfrac{1}{1 + \max(f(x))\cdot(i+1)^{-1}}$ $\boxed{\eta = \frac{1}{5}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



1) т.к. K движется по окружности, то её скорость всегда направлена по касательной к окружности

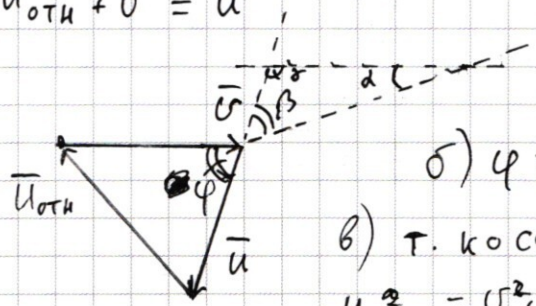
2) u – скорость кольца K

3) нить натянута $\Rightarrow$ $v_н = const$ – по всей её длине

4) $v_н = v\cdot\cos\alpha = u\cdot\cos\beta$

$$\boxed{u = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cdot v} = \frac{15}{17}\cdot\frac{5}{3}\cdot v = \frac{25}{17}\cdot v = \underline{50 \text{ см/с}}$$

5) $\bar u_{отн} + \bar v = \bar u$



а) $\gamma + \beta + \alpha = 180$

$\gamma = 180 - \beta - \alpha$

б) $\varphi = 180 - \gamma = \alpha + \beta$

в) т. косинусов:

$$u_{отн}^2 = v^2 + u^2 - 2v\cdot u\cdot\cos\varphi$$

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

$$u_{отн} = v\cdot\sqrt{1 + \frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} - 2\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cdot(\cos\alpha\cdot\cos\beta - \sin\alpha\cdot\sin\beta)}$$

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

$$u_{отн} = \frac{v}{\cos\beta}\cdot\sqrt{\cos^2\beta(1-\cos^2\alpha) + \cos^2\alpha(1-\cos^2\beta) + 2\cdot\cos\alpha\cdot\cos\beta\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha}\cdot\sqrt{1-\cos^2\beta}} \ldots$$

$$u_{отн} = \frac{v}{\cos\beta}\cdot\sqrt{\sqrt{1-\cos^2\alpha}\cdot\cos\beta\left(\cos\beta\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha} + \cos\alpha\cdot\sqrt{1-\cos^2\beta}\right) \oplus}$$

$$\ldots \oplus \sqrt{1-\cos^2\beta}\cdot\cos\alpha\left(\cos\alpha\cdot\sqrt{1-\cos^2\beta} + \cos\beta\cdot\sqrt{1-\cos^2\alpha}\right)$$

(№1 (продолжение)

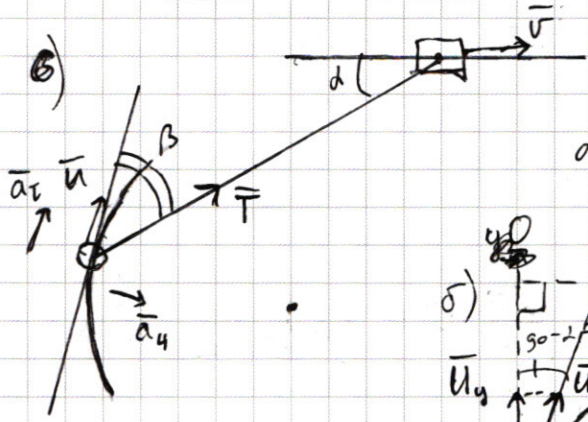
$$\boxed{u_{отн} = \frac{v}{\cos\beta}\cdot\left(\sqrt{1-\cos^2\alpha}\cdot\cos\beta + \sqrt{1-\cos^2\beta}\cdot\cos\alpha\right) = \frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos\beta}\cdot v}$$

$$u_{отн} = \frac{\frac{\sqrt{17^2-15^2}}{17}\cdot\frac{3}{5}+\frac{\sqrt{5^2-3^2}}{5}\cdot\frac{15}{17}}{\frac{3}{5}}\cdot v = \frac{3\sqrt{17^2-15^2}+\sqrt{5^2-3^2}\cdot 15}{17\cdot 3}\cdot v$$

$$u_{отн} = \frac{3\cdot 8+4\cdot 15}{3\cdot 17}\cdot v = \frac{8+4\cdot 5}{17}v = \frac{28}{17}\cdot v$$

$u_{отн} = 56$ см/с

б)



Кольцо:

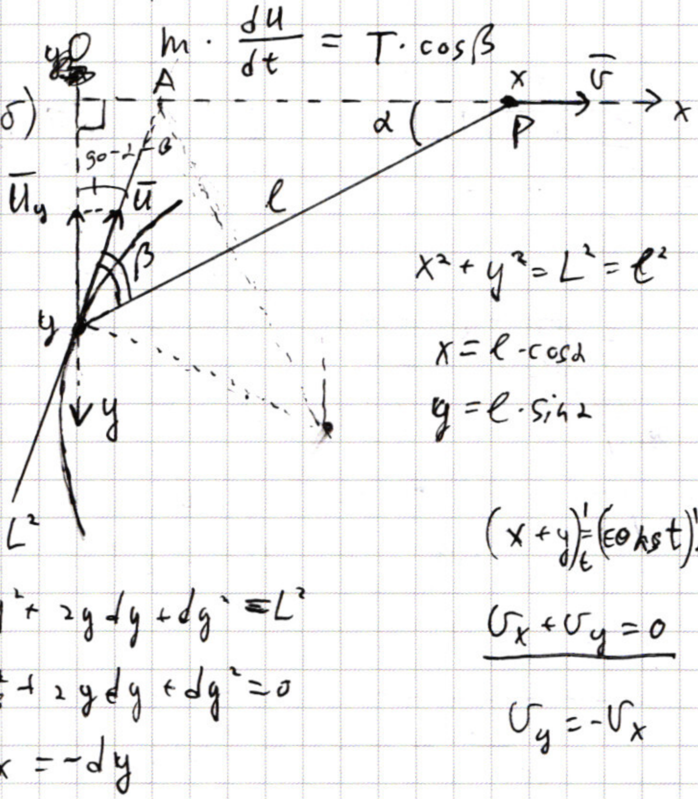
$\sin\alpha = \frac{8}{17}$ | $\cos\alpha = \frac{15}{17}$

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

а) $m a_\tau = T\cdot\cos\beta$

$m\cdot\frac{du}{dt} = T\cdot\cos\beta$

б)



$x^2+y^2=L^2=\ell^2$

$x=\ell\cdot\cos\alpha$

$y=\ell\cdot\sin\alpha$

в) $(x+dx)^2+(y+dy)^2=L^2$

$x^2+2x\,dx+dx^2+y^2+2y\,dy+dy^2=L^2$

$2x\,dx+dx^2+2y\,dy+dy^2=0$

$2(x+y)+dx=-dy$

$\Rightarrow v_x=-v_y$

$(x+y)'_t=(const)'_t$

$v_x+v_y=0$

$v_y=-v_x$

г) $|u| = \frac{|u_y|}{\cos(90-(\alpha+\beta))} = \frac{v}{\cos(90-(\alpha+\beta))}$

д) $OA = \ell\cdot\cos\alpha\cdot\frac{\sin(90-(\alpha+\beta))}{\cos(90-(\alpha+\beta))} = \ell\cdot\cos\alpha\cdot\frac{\cos(\alpha+\beta)}{\sin(\alpha+\beta)} = \ell\cdot\frac{15}{17}\cdot\frac{\frac{15}{17}\cdot\frac{3}{5}-\frac{8}{17}\cdot\frac{4}{5}}{\frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5}+\frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5}}$

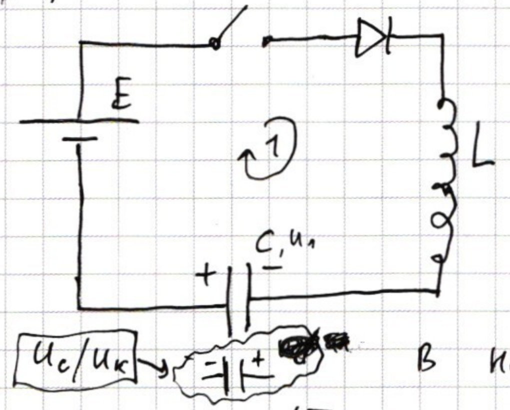
$OA = \ell\cdot\frac{15}{17}\cdot\frac{15\cdot3-8\cdot4}{3\cdot8+15\cdot4} = \frac{15}{17}\cdot\frac{13}{84}\ell$ / $AP = \ell\cdot\cos\alpha - OA = \ell\cdot\frac{15}{17}\cdot\frac{84-13}{84} = \frac{15\cdot71}{17\cdot84}\ell$

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 4

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



~~правило Кирх~~

1) (1) $E = \mathcal{E}_{is} + U_g - U_1$

$\mathcal{E}_{is} = E + U_1 - U_g$

если при $U_g = U_0$ $\mathcal{E}_{is} < 0$, то ток не потечёт

В нашем случае: $\mathcal{E}_{is} = 6В + 2В - 1В > 0$ − ток течёт

2) $\mathcal{E}_{is} = L \cdot \frac{dI_0}{dt} = E + U_1 - U_0$

$$\boxed{\frac{dI_0}{dt} = \frac{E + U_1 - U_0}{L}} = \underline{70\ \frac{A}{c}}$$ − сразу после замыкания ключа

2) Максимальный ток: $\frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_{is} = 0$

$$E = L \cdot \frac{dI}{dt} + U_0 - \frac{q}{C}$$

$$E = L \cdot \ddot{q} + U_0 - \frac{1}{C} \cdot q$$

$E = -U_c + U_0$ $\quad (q_c < 0,\ q_c < q_1)$

$U_c = -E + U_0$;

3) ЗСЭ: $E \cdot \Delta q = \left(U_0 \cdot \Delta q + \frac{CU_c^2}{2} + \frac{LI^2}{2}\right) - \left(\frac{CU_1^2}{2}\right)$

$E\Delta q = W_k - W_н$

$$\Delta q = q_1 - q_c = C\left(U_1 - (-E + U_0)\right) = (U_1 + E - U_0) \cdot C$$

$$C \cdot E \cdot \frac{(U_1 + E - U_0)}{1} = CU_0 \cdot \frac{(U_1 + E - U_0)}{1} + \frac{C}{2} \cdot \frac{(U_1 + E - U_0)^2}{1} + \frac{LI^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$LI^2 = C\left(2E(U_1 + E - U_0) - 2U_0(U_1 + E - U_0) - (U_1 + E - U_0)^2 + U_1^2\right)$$

$$LI^2 = C\left((U_1 + E - U_0)(2E - 2U_0 - U_1 - E + U_0) + U_1^2\right)$$

$$LI^2 = C\left((U_1 + E - U_0)(E - U_0 - U_1) + U_1^2\right) = C\left((E - U_0)^2 - U_1^2 + U_1^2\right)$$

$$\boxed{I = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot (E - U_0)} = \underline{100\ A}$$

4) Установившейся режим: $\underline{I=0}$:

ЗСЭ: $E\cdot\Delta q_к = \left(U_0\cdot\Delta q_к + \frac{CU_к^2}{2}\right) - \frac{CU_1^2}{2}$

$\Delta q_к = q_1 + U_к\cdot C = C(U_1+U_к)$, $\underline{U_к>0}$

$E\cdot C(U_1+U_к) = U_0\cdot C\cdot(U_1+U_к) + \frac{CU_к^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$

$2E\cdot U_1 + 2E\cdot U_к = 2U_0\cdot U_1 + 2U_0\cdot U_к + U_к^2 - U_1^2$

$U_к^2 + 2(U_0 - E)\cdot U_к - U_1^2 + 2U_0U_1 - 2EU_1 = 0$

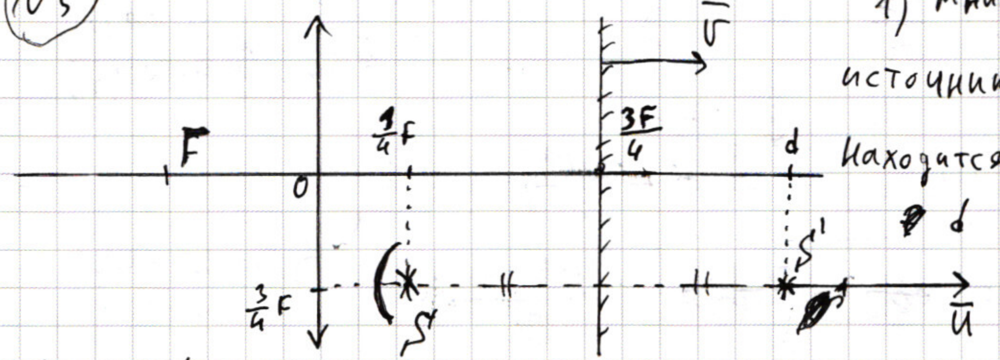
$D = 4\left(U_0^2 - 2U_0E + E^2 + U_1^2 - 2U_0U_1 + 2EU_1\right) =$

$= 4\cdot\left(U_0^2 + E^2 + U_1^2 - 2U_0E - 2U_0U_1 + 2EU_1\right) = 4\cdot(E+U_1-U_0)^2$

$U_к = \frac{2(E-U_0) \pm 2(E+U_1-U_0)}{2} = \left[\begin{array}{l} 2E - 2U_0 + U_1 \\ -U_1\text{, не удв.} \end{array}\right.$

$\boxed{U_к = 2(E-U_0) + U_1} = \underline{12\,В}$

№5



1) Мнимое изображение источника S – S' находится на растоянии d от линзы

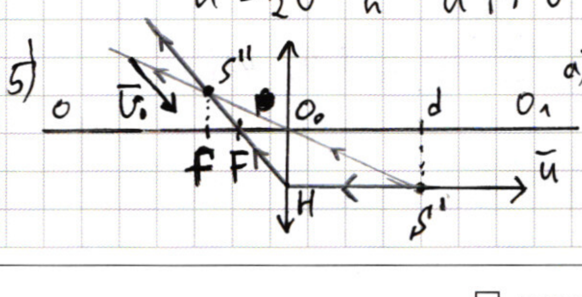
2) $d = \frac{1}{4}F + 2\cdot\left(\frac{3}{4}F - \frac{1}{4}F\right) = \frac{5}{4}F$

3) $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$; $f = \frac{F\cdot d}{d-F} = \frac{F\cdot\frac{5}{4}F}{\frac{5}{4}F - F} = \boxed{5F}$ – на растоянии f от линзы Наблюдатель видит изображение источника

4) Найдём скорость и направление мнимого источника S'

$u = 2v$ и $\bar{u}\uparrow\uparrow\bar{v}$

5)



а) S'' – изображение источника в системе

б) т.к. $OO_1 \parallel HS' \parallel \vec{u}$, то S'' будет двигаться по прямой $\underline{HS''}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5 (продолжение)

5) в) $\angle HFO_0 = \alpha$

$$tg\alpha = \frac{O_0H}{O_0F} = \frac{\frac{3}{4}F}{F} = \frac{3}{4}$$

$\boxed{tg\alpha = \frac{3}{4}}$; $\sin\alpha = \frac{3}{5}$; $\cos\alpha = \frac{4}{5}$

6) V_0 – скорость S''

$V_x = V_0 \cdot \cos\alpha$ – горизонтальная составляющая V_0

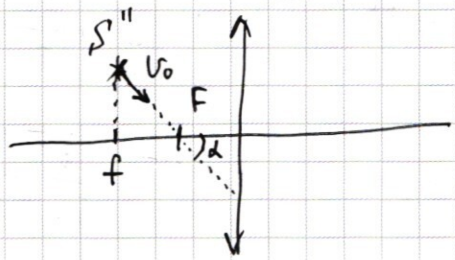
7) $f = \frac{F \cdot d}{d-F}$

$$U = (f)'_t = \left(\frac{F \cdot d}{d-F}\right)'_t = \frac{(d-F)F \cdot V_x - F \cdot d \cdot V_x}{(d-F)^2} = -\left(\frac{F}{d-F}\right)^2 \cdot V_x$$

означает, что V_x направлена к линзе

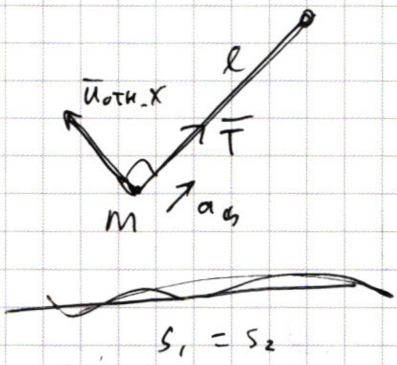
$$2V = \frac{F}{\frac{1}{4}F} \cdot |V_0| \cdot \frac{4}{5}$$

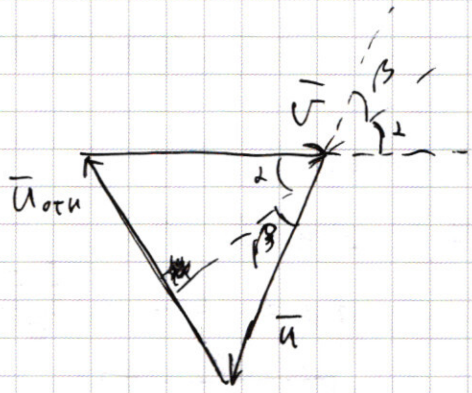
$$\boxed{|V_0| = \frac{5}{8} V}$$



№1 (продолжение)

$\boxed{III}$ отн. муфты:





Проверим: $\frac{1}{2}(v \cdot \cos\alpha) \cdot u_{отн} = \frac{1}{2} \cdot v \cdot u \cdot \sin(\alpha+\beta)$

$$u_{отн} = \frac{u}{\cos\alpha} \cdot \sin(\alpha+\beta) = \frac{v \cdot \sin(\alpha+\beta)}{\cos\beta}$$

— верно

значит $\bar{u}_{отн.x} \perp \bar{T}$

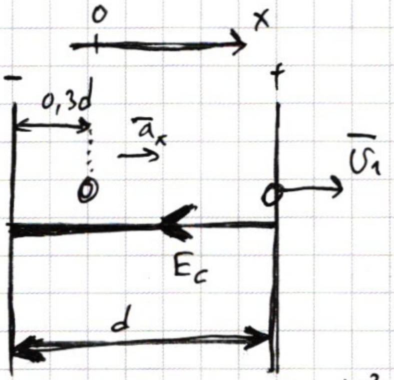
$\Rightarrow \quad m a_ц = T$

$\boxed{m \frac{u_{отн}^2}{l} = T}$; $\boxed{T = m \cdot \frac{28^2}{17^2} \cdot \frac{v}{5R} \cdot u}$

$T = 0{,}3\,кг \cdot 0{,}56^2\,м^2/с^2 \cdot \frac{4}{5 \cdot 0{,}53\,м} \approx \underline{0{,}0135\,Н}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3



1) $E_c = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{S\cdot\varepsilon_0}$

2) II з. Ньютона для частицы:

$m\cdot a_x = E_c|q|$

$a_x = E_c\cdot\frac{|q|}{m} = \frac{Q}{S\cdot\varepsilon_0}\cdot\gamma$

3) $(d-0,3d) = \frac{v_1^2}{2a_x}$; $a_x = \frac{v_1^2}{2\cdot 0,7d}$

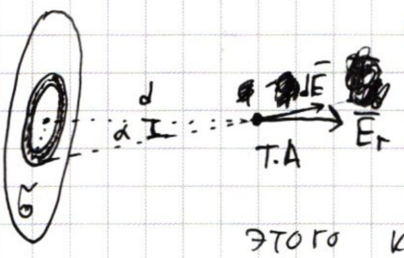
4) x: $(0,5d-0,3d) = \frac{a_x T^2}{2}$; $T^2 = \frac{2\cdot 0,2d}{a_x} = \frac{2\cdot 0,2d\cdot 2\cdot 0,7d}{v_1^2}$

$T = 2\sqrt{\frac{14}{100}}\cdot\frac{d}{v_1} = \frac{2}{10}\sqrt{14}\cdot\frac{d}{v_1}$

$\boxed{T = \frac{\sqrt{14}}{5}\cdot\frac{d}{v_1}}$

5) $a_x = \frac{Q}{S\cdot\varepsilon_0}\cdot\gamma = \frac{v_1^2}{2\cdot 0,7\cdot d}$; $\boxed{Q = \frac{S v_1^2\cdot\varepsilon_0}{1,4\gamma\cdot d}}$

6)



а) расмотрим кольцо радиуса r и толщины dr

б) Найдем значение сумарной напряжености этого кольца в точке A.

в) $E_r = \int dE\cdot\cos\alpha = \frac{d}{\sqrt{d^2+r^2}}\cdot k\,\frac{\sigma\cdot 2\pi r\cdot dr}{d^2+r^2} = 2\pi k\sigma d\cdot\frac{r\,dr}{(d^2+r^2)^{\frac{3}{2}}}$

7) тогда весь конденсатор будет создавать

$E_c = \int_0^R E_r\cdot dr$

8) рассмотрым маленькое премещение вдоль оси d — dx : $E_c q\cdot dx = d\varphi\cdot q \Rightarrow \varphi_d = \int E_c\, dx$

№3 (продолжение)

~~9) Рассмотрим како~~

9) Пусть потенциал на бесконечности $\varphi = 0$

10) Рассмотрим какой потенциал создаёт кольцо радиуса r и толщины dr:

$$\varphi_r = \sum \varphi_n$$

$$\varphi_r = \int_0^q k \cdot \frac{dq}{\ell} = \frac{k}{\ell} \cdot q = \frac{k}{\sqrt{d^2+r^2}} \cdot (2\pi r \cdot dr \cdot \sigma)$$

11) потенциал конденсатора:

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

$$\varphi_c = \int_0^R d\varphi_r = 2\pi k \cdot \sigma \cdot \int_0^R \frac{r \cdot dr}{\sqrt{d^2+r^2}} = 2\pi k \cdot \sigma \underbrace{\int_0^R \frac{r \cdot dr}{r \cdot \sqrt{\left(\frac{d}{r}\right)^2+1}}}_{I}$$

$$I = \int \frac{dr}{\sqrt{\left(\frac{d}{r}\right)^2+1}} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{r}{d} = \cancel{tg}\, x \\ \frac{dr}{d} = \frac{1}{\cos^2 x} \cdot dx \end{array} \right\} =$$

$$= \int \frac{1}{\sqrt{ctg^2 x + 1}} \cdot \frac{dx}{\cos^2 x} \cdot d = d \cdot \int \frac{dx}{\cos^2 x \cdot \frac{1}{\sin x}} = d \cdot \int \frac{dx \cdot \sin x}{\cos^2 x}$$

---

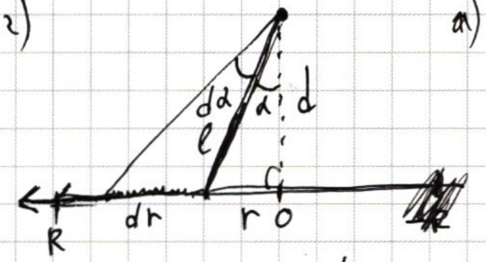
12)

$$I = \int \frac{dr}{\sqrt{\left(\frac{d}{r}\right)^2+1}} = \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{d}{r}\right)^2 = t \\ d^2 \cdot (-2) \cdot \frac{1}{r^3} dr = dt \end{array} \right\} \quad dr = \frac{1}{}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3 (продолжение)

1г)



а) $l = \frac{d}{\cos\alpha}$; $r = d\cdot tg\alpha$

б) $dr = l\cdot d\alpha$

в) $dq = 2\pi r\cdot dr\cdot\sigma$

г) $d\varphi = k\cdot\frac{dq}{l}$

$$d\varphi = k\cdot\frac{2\pi\cdot(d\cdot tg\alpha)\cdot(l\cdot d\alpha)\cdot\sigma}{l} = 2\pi k d\cdot\sigma\cdot tg\alpha\cdot d\alpha$$

$$\varphi = 2\pi k d\cdot\sigma\cdot\int_0^{\alpha_m} tg\alpha\cdot d\alpha = 2\pi k d\sigma\cdot I\Big|_0^{\alpha_m}$$

д) $tg(90-\alpha) = \frac{d}{R}$

по условию $R >> d$: $\frac{\pi}{2}-\alpha_m \approx \frac{d}{R}$

$$\alpha_m \approx \frac{\pi}{2}-\frac{d}{R}$$

е) $I = \int tg\alpha\, d\alpha = \int\frac{\sin\alpha\cdot d\alpha}{\cos\alpha} = \int V dU$

$dU = \sin\alpha\cdot d\alpha$; $U = \int dU = -\cos\alpha$

$V = \frac{1}{\cos\alpha}$; $dV = \left(\frac{0+\sin\alpha}{\cos^2\alpha}\right)d\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha}\cdot d\alpha$

$\int V\cdot dU = V\cdot U - \int U\cdot dV$

$\int tg\alpha\cdot d\alpha = -\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha} + \int$

$R >> d$: E (в т. A) $= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

ЗСЭ:

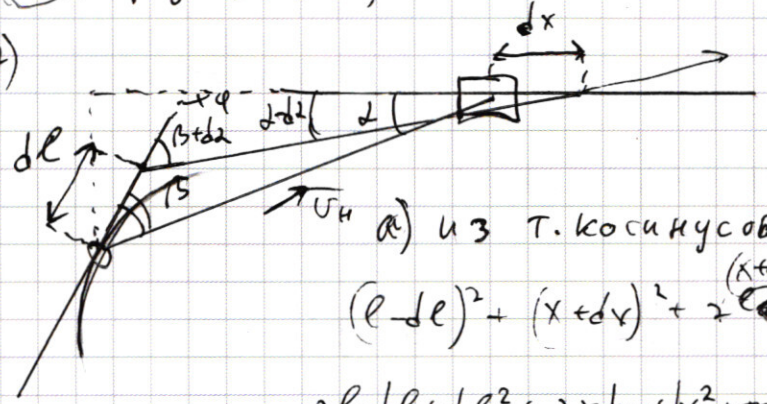
$$\frac{mv_1^2}{2} + \varphi_c\cdot q = \frac{mv_\infty^2}{2}$$

$$\boxed{v_\infty = \sqrt{v_1^2 + 2\gamma\cdot\varphi_c}}$$

$2\pi k d\sigma\cdot I\Big|_0^{\alpha_m}$

№1 (продолжение)

7)



$\varphi = 180 - (\alpha + \beta)$

$\gamma = (\alpha + \beta)$

а) из т. косинусов:

$$(l-dl)^2 + (x+dx)^2 + 2(x+dx)(l-dl)\cdot\cos\gamma = l^2 + x^2 + 2ld\cdot\cos\gamma$$

$$-2l\cdot dl + dl^2 + 2x dx + dx^2 - 2x dl\cdot\cos\gamma + 2l\cdot dx\cdot\cos\gamma -$$
$$-2dx\cdot dl\cdot\cos\gamma = 0$$

$dl^2, dx^2, dl\cdot dx \ll dl, dx$

$$-2l\cdot dl + 2x dx - 2x dl\cdot\cos\gamma + 2l\cdot dx\cdot\cos\gamma = 0$$

$$2(x + l\cdot\cos\gamma)dx = 2(l + x\cdot\cos\gamma)dl$$

$$2\cdot\left(AP + l\cdot\frac{13}{17\cdot 5}\right)dx = 2\left(l + AP\cdot\frac{13}{17\cdot 5}\right)dl$$

8) $\upsilon_{н.1} = \upsilon\cdot\cos(\alpha - d\alpha) = \upsilon\cdot(\cos\alpha + d\alpha\cdot\sin\alpha)$

$\frac{dx}{\upsilon} = dt$

9) $\upsilon_{н.1} = u_1\cdot\cos(\beta + d\alpha) = u_1(\cos\beta - d\alpha\cdot\sin\beta)$

из $\upsilon_{н.1} \Rightarrow \upsilon\cdot d\alpha\cdot\sin\alpha = u_1 d\alpha\cdot\sin\beta$

$$u_1 = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\cdot\upsilon$$

10) $a_\tau\cdot dt = u_1 - u = \upsilon\cdot\left(\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} - \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)$

$\frac{mu^2}{2} + T\cdot dl = \frac{mu_1^2}{2}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$0{,}14 = \frac{14}{100} = \frac{14}{10}$

$17 \times 17 = 289$

$15 \times 15 = 225$

$\frac{40}{0{,}1} = 400 = 4 \cdot 100 = 20$

$x = \sin(\omega t)$

$\ddot{x} = -\omega^2 \cdot \sin(\omega t)$

$\ddot{x} + x\omega^2$

$17 + 15 = 32$

$289 - 225 = 64$

$(U_0 - (E + U_1))^2 = U_0^2 - 2U_0(E + U_1) + (E + U_1)^2 =$

$= U_0^2 + E^2 + U_1^2 - 2U_0E - 2U_0U_1 + 2EU_1$

$(17 - 15)(17 + 15) = 2 \cdot 32$

$\frac{1 - x}{1 + x} = \frac{-(1 + x) + 2}{1 + x} = \frac{2}{1 + x} - 1$

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

$r = tg\,x$

$dr =$

$\frac{d}{r} = t$; $r = \frac{d}{t}$

$d \cdot \frac{-1\cdot dr}{r^2} = dt$; $dr = -\frac{r^2}{d}\cdot dt = -\frac{d^2}{t^2}\cdot dt$

$-d\int \frac{dt}{\sqrt{t^2+1}\; t^2}$

$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$ $\qquad tg\alpha = \frac{\sqrt{1-\cos^2\alpha}}{\cos\alpha}$

$\left(\frac{1}{\cos x}\right)' = \frac{-\sin x}{\cos^2 x}$ $\qquad tg^2\alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2\alpha}$

$\left(\frac{1}{\sqrt{1+x^2}}\right)' = -\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{1+x^2}^{\frac{3}{2}}}$

du

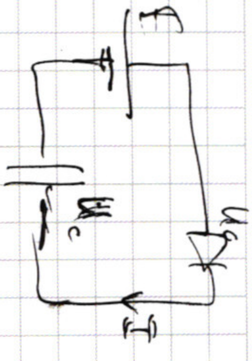
$tg\alpha = \frac{\sin\alpha\cdot d\alpha}{\cos^2\alpha}\; v = \frac{\sin\alpha\cdot d\alpha}{\cancel{\cos\alpha}}\cdot\frac{1}{\cos\alpha}$

$v\cdot du = u\cdot v - u\cdot dv$

$\int \sin\alpha\cdot d\alpha = \int du = u = -\cos\alpha$

$v\cdot du = -\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha} + \int \cos\alpha\cdot$

$\frac{1}{\cos\alpha} = \frac{1-\sin\alpha}{\cos^2\alpha} -$



$0,0232 = \frac{5\cdot 0,55}{1,5\cdot 0,55\cdot 0,55\cdot 4}$

$0,12\cdot 0,56 \quad 0,5$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)