

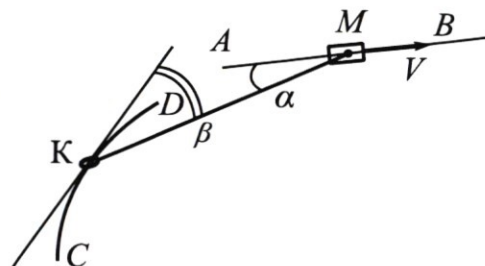
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-03

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

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 α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



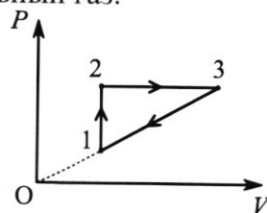
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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

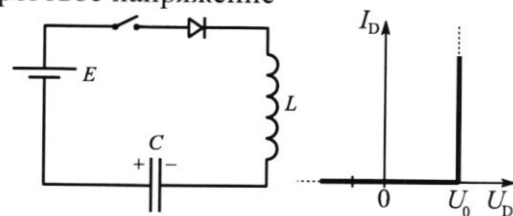
1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

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.

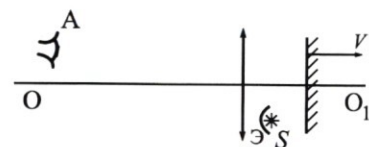
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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.

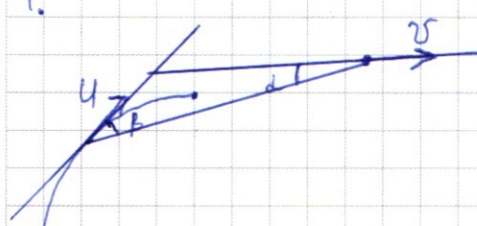
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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.

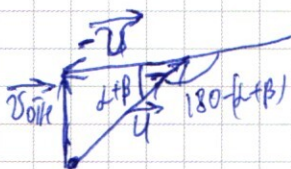


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

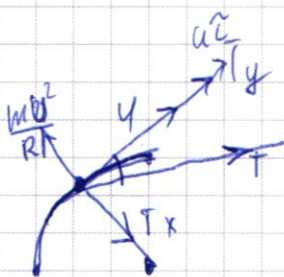
1.  1) Если нить не растягивается то проекции скоростей её концов на ось X должны быть равны.
Если u - скорость конца, то $u \cdot \cos \beta = v \cdot \cos \alpha$

$$u = \frac{v \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{34 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{3}{5}} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 5}{3} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

- 2) Переходим в СО нити, угол между u и v равен $180 - (\alpha + \beta)$



$$\begin{aligned} v_{\text{отн}}^2 &= u^2 + v^2 - 2uv \cdot \cos(\alpha + \beta) = \\ &= u^2 + v^2 - 2uv(\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) = 34^2 + 50^2 - 2 \cdot 50 \cdot 34 \cdot \\ &\left(\frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} \right) = 34^2 + 50^2 - \frac{2 \cdot 50 \cdot 34 \cdot 13}{17 \cdot 5} = \\ &= 34^2 + 50^2 - 40 \cdot 13 = 34^2 + 50^2 - 520 = 3136 \left(\frac{\text{см}}{\text{с}} \right)^2 \\ v_{\text{отн}} &= \sqrt{3136} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}} \end{aligned}$$



- 3) у конца есть тангенциальное ускорение, и центростремительное, сила натяжения нити компенсирует обе эти составляющие

$$T_x = \frac{ma^2}{R}, \quad T_y = ma\tau$$

~~В любой момент времени выполняется равенство $u \cdot \cos \beta = v \cdot \cos \alpha$~~
~~1. пусть прошло некоторое время dt , тогда что?~~

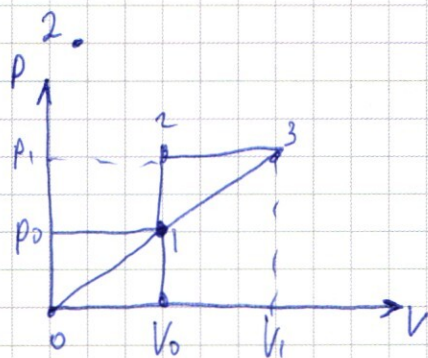
3) что бы нить не растягивалась проекции a_y и a_r на ось нити должны были равны, $a_r \cdot \cos \beta = a_y \cdot \sin \beta \Rightarrow a_r = a_y \cdot \tan \beta$



$$T = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \frac{mu^2}{R} \sqrt{1 + \tan^2 \beta} = \frac{mu^2}{\cos \beta R} = \frac{m \cdot v^2 \cdot \cos^2 \alpha}{\cos^3 \beta \cdot R} = \frac{0,3 \cdot 50^2}{0,53 \cdot \frac{3}{5}}$$

$$T = \frac{50^2}{5,3} \cdot 5 \approx 2500 \cdot 10^{-4} = 0,25 \text{ Н}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) $T \uparrow$ на участках 1-2, 2-3 т.к. одна из ^{2-ух} переменных (P, V, T) постоянна, а вторая растёт $\Rightarrow$ растёт и температура.

1-2

$$\Delta U = Q - A, \quad A = 0, \text{ т.к. } V = \text{const} \Rightarrow C_{12} = C_V = \frac{3}{2}R$$

2-3

$$\frac{3}{2} p_1 (V_1 - V_0) = Q - \frac{p_1 (V_1 - V_0)}{A}$$

$$Q = \frac{5}{2} p_1 (V_1 - V_0) = \frac{5}{2} p_1 V_0 (T_3 - T_2) \Rightarrow C_{23} = C_P = \frac{5}{2}R$$

$$\frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}}{\frac{3}{2}} = \frac{5}{3}$$

2) $\Delta U = \frac{3}{2} p_1 (V_1 - V_0)$
 $A = p_1 (V_1 - V_0)$

$$\frac{\Delta U}{A} = \frac{\frac{3}{2} p_1 (V_1 - V_0)}{p_1 (V_1 - V_0)} = \frac{3}{2}$$

3) $\frac{1}{\eta} = \frac{Q_{12} + Q_{23}}{A_0}, \quad A_0 = \frac{(p_1 - p_0)(V_1 - V_0)}{2}, \quad Q_{12} = \frac{3}{2} p_1 (V_1 - V_0)$
 $Q_{23} = \frac{5}{2} p_1 (V_1 - V_0)$

$$\frac{p_0}{V_0} = \frac{p_1}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{p_1}{p_0} \cdot V_0$$

$$\frac{1}{\eta} = \frac{\frac{3}{2} (p_1 - p_0) V_0 + \frac{5}{2} p_1 \left(\frac{p_1}{p_0} \cdot V_0 - V_0 \right)}{\frac{(p_1 - p_0) \left(\frac{p_1}{p_0} \cdot V_0 - V_0 \right)}{2}} = \frac{3 V_0 (p_1 - p_0) + 5 \frac{p_1 V_0}{p_0} (p_1 - p_0)}{(p_1 - p_0)^2 \cdot \frac{V_0}{p_0}} =$$

$$\frac{3 + 5 \frac{P_1}{P_0}}{\frac{P_1}{P_0} - 1},$$

$$\frac{P_1}{P_0} = x \quad \eta = \frac{5x+3}{x-1} =$$

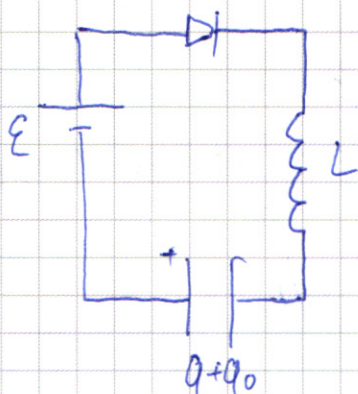
$$\eta = \frac{x-1}{5x+3} \neq \text{это функция монотонно возрастает}$$

$$\eta = \frac{x-1}{5x+3} = \frac{x + \frac{3}{5} - \frac{8}{5}}{5x+3} = \frac{1}{5} - \frac{\frac{8}{5}}{5x+3}, \text{ это функция монотонно}$$

но возрастает при $x > 0$, и её предел $\frac{1}{5}$

$$\eta_{\max} = \frac{1}{5}$$

4.



$$1) \quad \varepsilon = U_0 + L \dot{I} + \left(q_0 + \frac{q}{c} \right) U_1$$

$$\dot{I} = \frac{\varepsilon - U_0 - \frac{q}{c} U_1}{L} = \frac{6 - 1 - 2}{0,1} = 30 \frac{\text{A}}{\text{с}}$$

ЗСЭ:

$$2) \quad (\varepsilon - U_0) q + \frac{q_0^2}{2c} = \frac{L \dot{I}^2}{2} + \frac{(q_0 + q)^2}{2c}$$

$$\frac{L \dot{I}^2}{2} = q \left(\varepsilon - U_0 - \frac{q_0}{c} \right) + \frac{q^2}{2c}$$

$f(q)$

$$f'(q) = \varepsilon + U_0 - \frac{q_0}{c} + \frac{q}{c} = 0$$

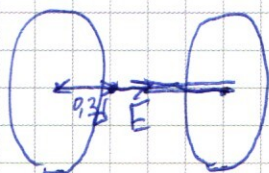
$$\frac{q}{c} = \frac{q_0}{c} - \varepsilon - U_0 = U_1$$

$$\frac{q}{c} = c(\varepsilon - U_0 - U_1), \text{ при этом заряд } q_0 \text{ максимален.}$$

$$\frac{L \dot{I}^2}{2} = \frac{(\varepsilon - U_0 - \frac{q_0}{c})^2}{2c} \Rightarrow I_{\max} = \frac{\varepsilon + U_0 - \frac{q_0}{c}}{\sqrt{Lc}} = \frac{\varepsilon - U_0 - U_1}{\sqrt{Lc}} = \frac{3}{\sqrt{0,1 \cdot 40 \cdot 10^{-6}}} = \frac{3}{2} \cdot 10^3 \text{ A}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.



$E \cdot q = ma$, E — напряжённость между обкладками.

ЗСЭ:

$$(d - 0,3d) \cdot E \cdot q = \frac{mv^2}{2}$$

$$E \cdot q = \frac{mv^2}{2 \cdot 0,7d}$$

$$a = \frac{v^2}{1,4d} \text{ — ускорения частицы}$$

чтобы она оказалась по середине ей надо пройти $0,2d$

$$0,2d = \frac{a \cdot T^2}{2}$$

$$T^2 = \frac{0,4d}{a} = \frac{0,4d \cdot 1,4d}{v^2} = \frac{d^2}{v^2} \cdot 0,4 \cdot 2,8$$

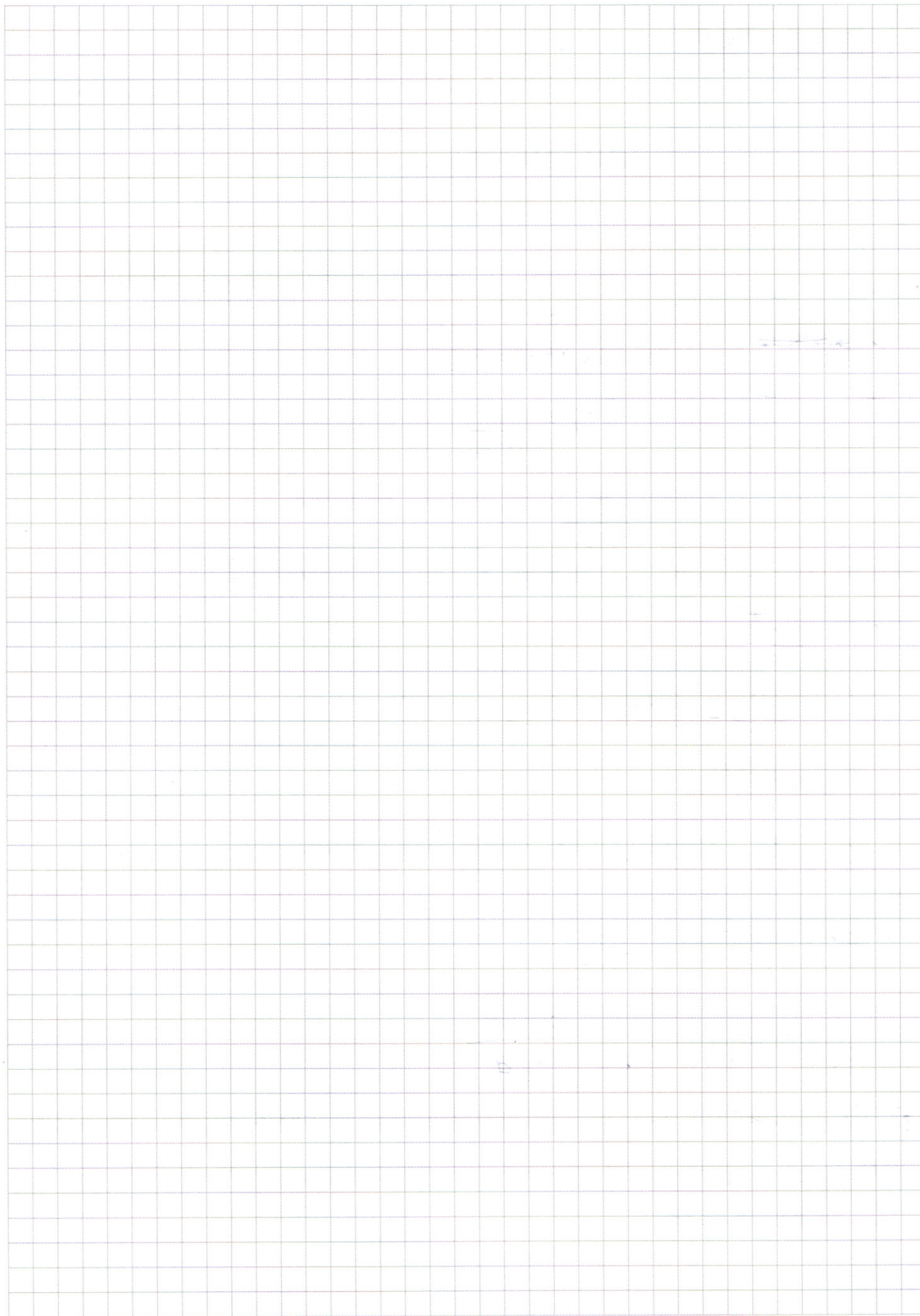
$$T = \frac{0,2d}{v} \sqrt{2,8}$$

2) $E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$, напряжённость между обкладками.

$$E \cdot q = \frac{mv^2}{1,4d} \quad E = \frac{mv^2}{1,4qd}$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{mv^2}{1,4qd} \Rightarrow \boxed{Q = \frac{\epsilon_0 S v^2}{1,48d}}$$

3) Если $d \ll R$, то за пределами конденсатора мы поле создаваемые пластинами взаимно уничтожаются, значит сил на частицу никто не действует
И тогда $v_2 = v_1$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) q - заряд конденсатора

$$\frac{q}{C} = \mathcal{E} - U_0 + L \dot{I}$$

$$\frac{q}{C} - (\mathcal{E} - U_0) = -L \ddot{q}$$

$$y = -L \ddot{y}$$

$$y + L \ddot{y} = 0$$

$$y = y_0 \cdot \cos(\omega t + \varphi), \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Когда заряд на конденсаторе имеет максимальный он не будет уходить обратно к источнику, т.к. диод не пропускает ток в том направлении

ЗСЭ:

$$(\mathcal{E} - U_0)q + \frac{q_0^2}{2C} = \frac{L I^2}{2} + \frac{(q + q_0)^2}{2C}$$

Напряжение на конден

ЗСЭ:

$$\frac{C U_1^2}{2} + (\mathcal{E} - U_0)q = \frac{L I^2}{2} + \frac{C U_2^2}{2}, \quad U_2 \text{ максимальное когда } I = 0$$

$$\frac{C U_2^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} + (\mathcal{E} - U_0)q \quad q - \text{данный заряд}$$

$$q = C(U_2 - U_1)$$

$$\frac{C U_2^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} + (\mathcal{E} - U_0)(U_2 - U_1)C$$

$$\frac{U_2^2}{2} - U_2(\mathcal{E} - U_0) + \frac{U_1^2}{2} + U_1(\mathcal{E} - U_0) = 0$$

$$U_2^2 - 2(\mathcal{E} - U_0)U_2 + U_1^2 + U_1(\mathcal{E} - U_0) = 0$$

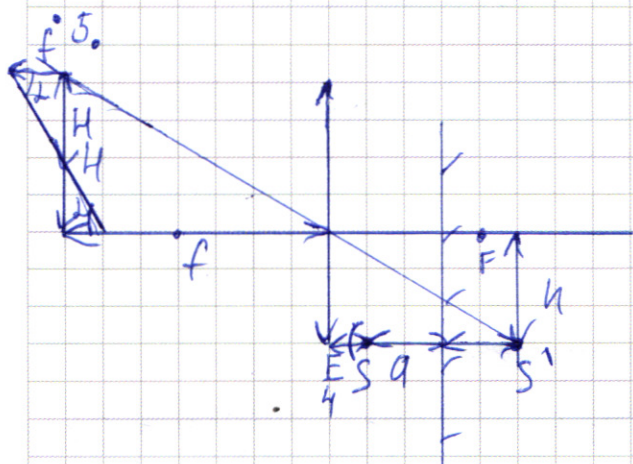
$$U_2^2 - 2 \cdot 5 U_2 - 4 + 4 \cdot 5 = 0$$

$$U_2^2 - 10 U_2 + 16 = 0$$

$$U_2 = 8 \text{ В}$$

$$U_2 = 2 \text{ В}$$

нам подходит больший ответ, т.к. в начале ток течёт на конденсатор, $U_2 = 8 \text{ В}$.



Изображение S' из S в зеркале является источником для линзы, оно находится на расстоянии $\frac{F}{4} + 2a$ от линзы, а расстояние от из. до зеркала.

$$d = \frac{F}{4} + 2a \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$f = \frac{Fd}{d-F}, \quad \dot{f} = F \cdot \frac{\dot{d}(d-F) - d \cdot \dot{d}}{(d-F)^2} = -\frac{F^2 \cdot \dot{d}}{(d-F)^2} \text{ - скорость}$$

$$H = h \cdot \frac{f}{d} = \frac{h \cdot F}{d-F}$$

изображения источника в линзе в направлении вдоль ГОО.

$$\dot{H} = \left(\frac{hF}{d-F} \right) = -\frac{hF \cdot \dot{d}}{(d-F)^2}, \text{ скорость } \perp \text{ ГОО.}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\dot{H}}{\dot{f}} = \frac{-\frac{hF \cdot \dot{d}}{(d-F)^2}}{-\frac{F^2 \cdot \dot{d}}{(d-F)^2}} = \frac{h}{F}, \quad h = \frac{3F}{4}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{3F}{4}}{F} = \frac{3}{4}$$

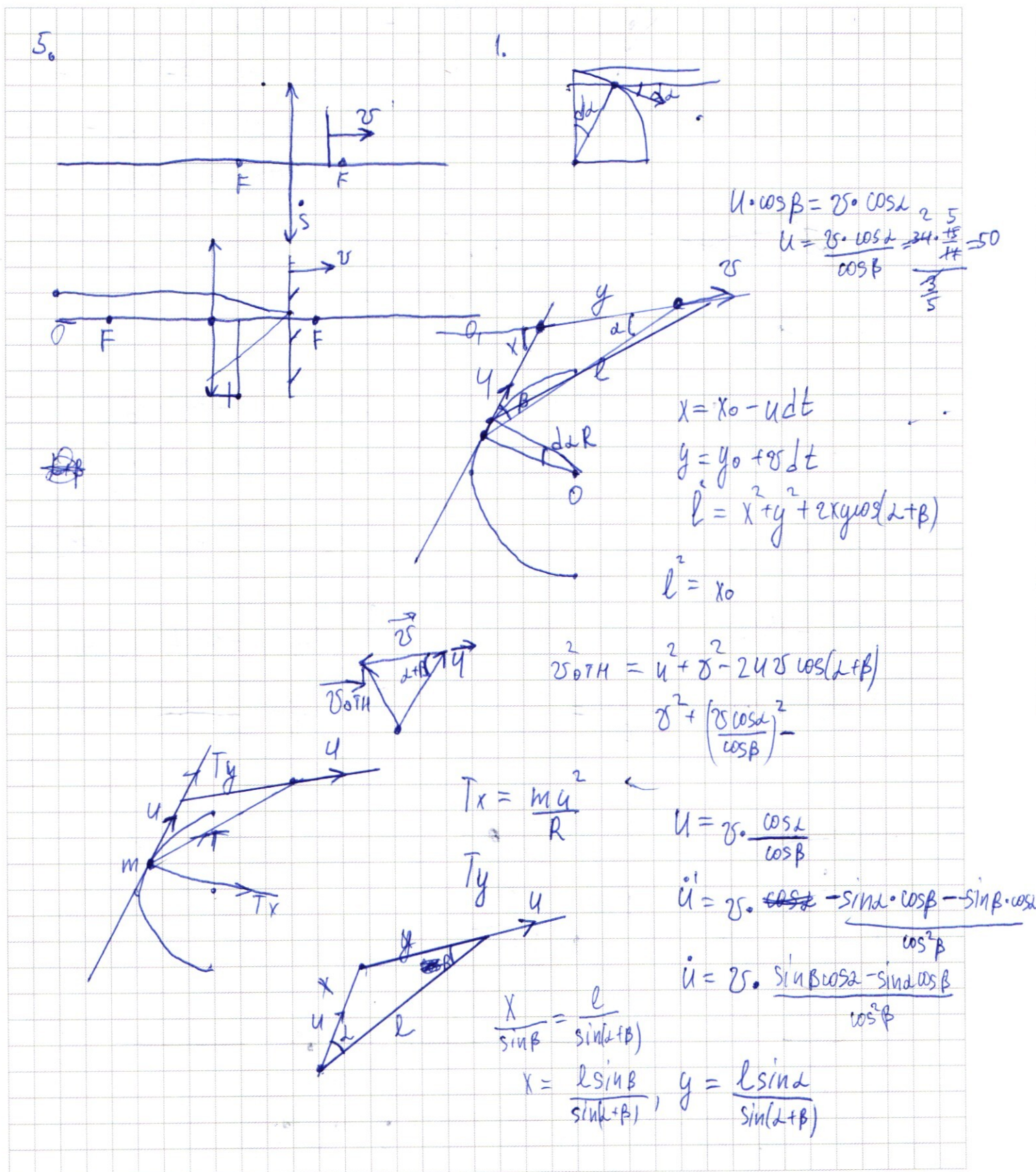
в начальный момент $d = \frac{F}{4} + F = \frac{5}{4}F, \quad f = \frac{Fd}{d-F} = 5F$

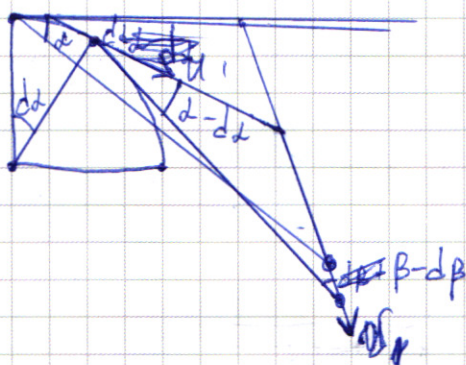
скорость изображения в линзе равна

$$v^2 = \dot{H}^2 + \dot{f}^2 = \frac{\dot{d}^2 \cdot F^2}{(d-F)^2} \sqrt{F^2 + Fh}, \quad \text{в начальный момент } d = \frac{5}{4}F, \quad \dot{d} = \left(\frac{F}{4} + 2a \right) \dot{d} = 2v$$

$$v^2 = \frac{2v \cdot F}{\left(\frac{F}{4} \right)^2} \cdot F \sqrt{\frac{9}{16} + 1} = 2v \cdot 16 \cdot \frac{5}{4} = 40v$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





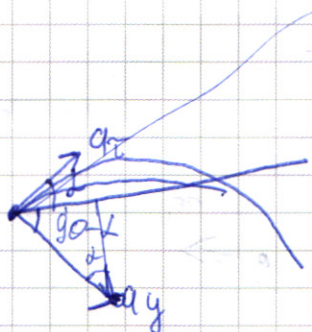
$$u_1 \cdot \cos(\alpha - d\alpha) = v_1 \cdot \cos(\beta - d\beta)$$

$$d\alpha R = u \cdot dt$$

$$x^2 + y^2 + 2xy \cos(\alpha + \beta) = l^2$$

$$(x+dx)^2 + (y+dy)^2 + 2(x+dx)(y+dy) \cos(\alpha + \beta) = l^2$$

$$2x dx + 2y dy + 2(\cos(\alpha + \beta) - (\alpha + d\alpha)(\beta + d\beta)) = 0$$



$$2x dx + 2y dy + 2(\cos(\alpha + \beta) - (\alpha + d\alpha)(\beta + d\beta)) = 0$$

$$a_y \cdot \sin \alpha = a_r \cdot \cos \alpha$$

$$a_r = \tan \alpha \cdot a_y$$

E

$$T_x = \frac{mu^2}{R}$$

$$T_y = \frac{mu^2}{R} \cdot \tan \alpha$$

$$T = \frac{mu^2}{R} \sqrt{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{mu^2}{R \cdot \cos \alpha}$$

$$u \cdot \cos \alpha = (u + du) \cos(\alpha + d\alpha)$$

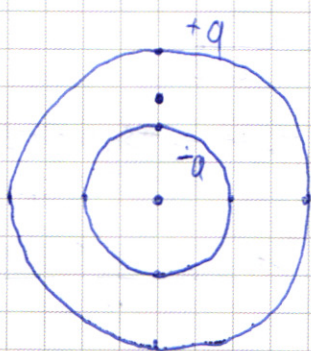
$$u \cdot \cos \alpha = u \cdot \cos(\alpha + d\alpha) + du \cos(\alpha + d\alpha)$$

$$u \cdot (\cos \alpha - \cos(\alpha + d\alpha)) = du \cos(\alpha + d\alpha)$$

$$u \cdot d\alpha \cdot \sin \alpha$$

$$u \cdot \omega dt \cdot \sin \alpha = a_r dt (\cos \alpha + d\alpha)$$

$$a_r = \frac{u^2}{R} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos(\alpha + d\alpha)} = \frac{u^2}{R} \cdot \tan \alpha$$

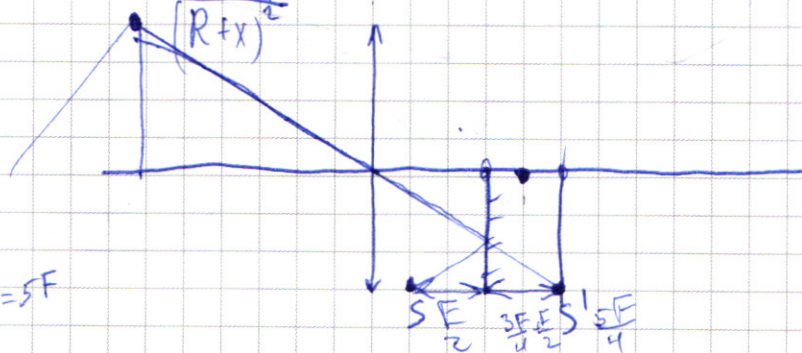


$$\frac{1}{F} = \frac{1}{5F} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{5F}, d = 5F$$

$$m a = \frac{k q^2}{(R+x)^2}$$

$$m a = \frac{k Q q}{(R+x)^2}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$
 $\frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} = \frac{45 - 32}{17 \cdot 5} = \frac{13}{17 \cdot 5}$

$40^\circ + 3 = 400 + 20$

$\frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{m \cdot v^2 \cos^2 \alpha}{R \cos^3 \beta}$
 $X = \frac{F(2a + \frac{F}{4})}{2a - \frac{3F}{4}}$

$\frac{1}{8} + \frac{1}{6} = \frac{1}{F}$
 $\frac{1}{6} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a}$
 $b = \frac{aF}{a-F} = \frac{289}{64}$

$d = \frac{F}{4} + 2a = \frac{5F}{4}$
 $d' = 2a = 25$

$\frac{1}{8} + \frac{1}{6} = \frac{1}{F}$
 $14 \cdot 14 = 196$
 $140 + 40 + 49 = 119$
 $4289 - 15 \cdot 15 = 289$

$X' = F \cdot \frac{(d-F)^2 - d^2}{(d-F)^2} = \frac{F \cdot d^2}{(d-F)^2}$
 $\frac{0,8 \cdot 50^2}{0,53 \cdot 5} = \frac{50^2}{0,53 \cdot 2}$

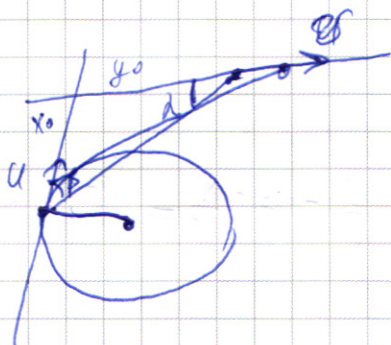
$y = \frac{x}{d} \cdot h = \frac{d}{d-F} \cdot h$
 $25^2 = x^2 + y^2 = \left(\frac{F^2 d^2}{(d-F)^2} \right) + \left(\frac{h^2 F^2 d^2}{(d-F)^2} \right)$

$25^2 = \frac{d^2}{(d-F)^2} \sqrt{F^4 + (hF)^2} = \frac{25}{(\frac{F}{4})^2} \sqrt{F^4 + (\frac{3F}{4})^2}$

$25 = 25 \cdot \sqrt{1 + 9} = 85 \cdot \frac{5}{4} = 105 =$

$\sqrt{3136}$
 $\sqrt{2500}$
 $\sqrt{3656}$
 $\sqrt{520}$
 $\sqrt{1714}$
 $\sqrt{156}$
 $\sqrt{136}$
 $\sqrt{126}$
 $\sqrt{116}$
 $\sqrt{106}$
 $\sqrt{96}$
 $\sqrt{86}$
 $\sqrt{76}$
 $\sqrt{66}$
 $\sqrt{56}$
 $\sqrt{46}$
 $\sqrt{36}$
 $\sqrt{26}$
 $\sqrt{16}$
 $\sqrt{6}$

$$\cos(\alpha + d\alpha) = \cos\alpha \cdot \underbrace{\cos d\alpha}_{\approx 1} + \underbrace{\sin\alpha \cdot d\alpha}_{\approx d\alpha} = \cos\alpha$$



$$l^2 = x_0^2 + y_0^2 + 2x_0y_0 \cos(\alpha + \beta)$$

$$l^2 = (x_0 - udt)^2 + (y_0 + vdt)^2 + 2(x_0 - udt)(y_0 + vdt) \cos(\alpha + \beta - (d\alpha + d\beta))$$

$$2y_0vdt - 2x_0udt + (x_0 - udt)(y_0 + vdt)(\cos(\alpha + \beta) - (d\alpha + d\beta) \sin(\alpha + \beta)) - x_0y_0 \cos(\alpha + \beta)$$

$$(x_0y_0 - udt y_0 + x_0 vdt) \cos(\alpha + \beta) - (d\alpha + d\beta) \sin(\alpha + \beta)$$

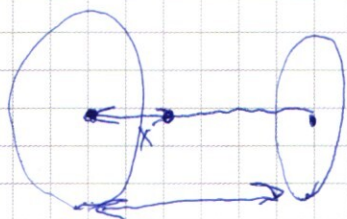
$$y_0vdt - x_0udt + (x_0y_0 - (udt y_0 - x_0 vdt) \cos(\alpha + \beta) - (d\alpha + d\beta) \sin(\alpha + \beta)) - x_0y_0 \cos(\alpha + \beta) =$$

$$y_0vdt - x_0udt + x_0y_0 \sin(\alpha + \beta) (d\alpha + d\beta) + x_0vdt - x_0y_0 \cos(\alpha + \beta)$$

$$y_0(vdt)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.



$$Eq(d-x) = \frac{mv^2}{2}$$

$$E = \frac{v^2}{2} \cdot \frac{1}{d(d-x)}$$

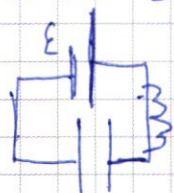
$$E \cdot Eq = \frac{mv^2}{2(d-x)}$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{v^2}{2} \cdot \frac{1}{d(d-x)}$$

$$\mathcal{E} = V_0 + L\dot{I} + U_2$$

$$U_2 = \mathcal{E} - V_0 - L\dot{I}$$



$$Eq = ma$$

$$\frac{mv^2}{2(d-x)} = ma, \quad a = \frac{v^2}{2(d-x)}$$

$$\frac{at^2}{2} = \left(\frac{d}{2} - x\right)$$

$$\frac{v^2 t^2}{4(d-x)} = \left(\frac{d}{2} - x\right)$$

$$t^2 = \frac{4\left(\frac{d}{2} - x\right)(d-x)}{v^2} = \frac{2}{v} \sqrt{\left(\frac{d}{2} - x\right)(d-x)} = \frac{2}{v} \sqrt{(0.5-0.3)(1-0.3)}$$

$$\frac{2}{v} \cdot \sqrt{14} \cdot q \cdot d$$

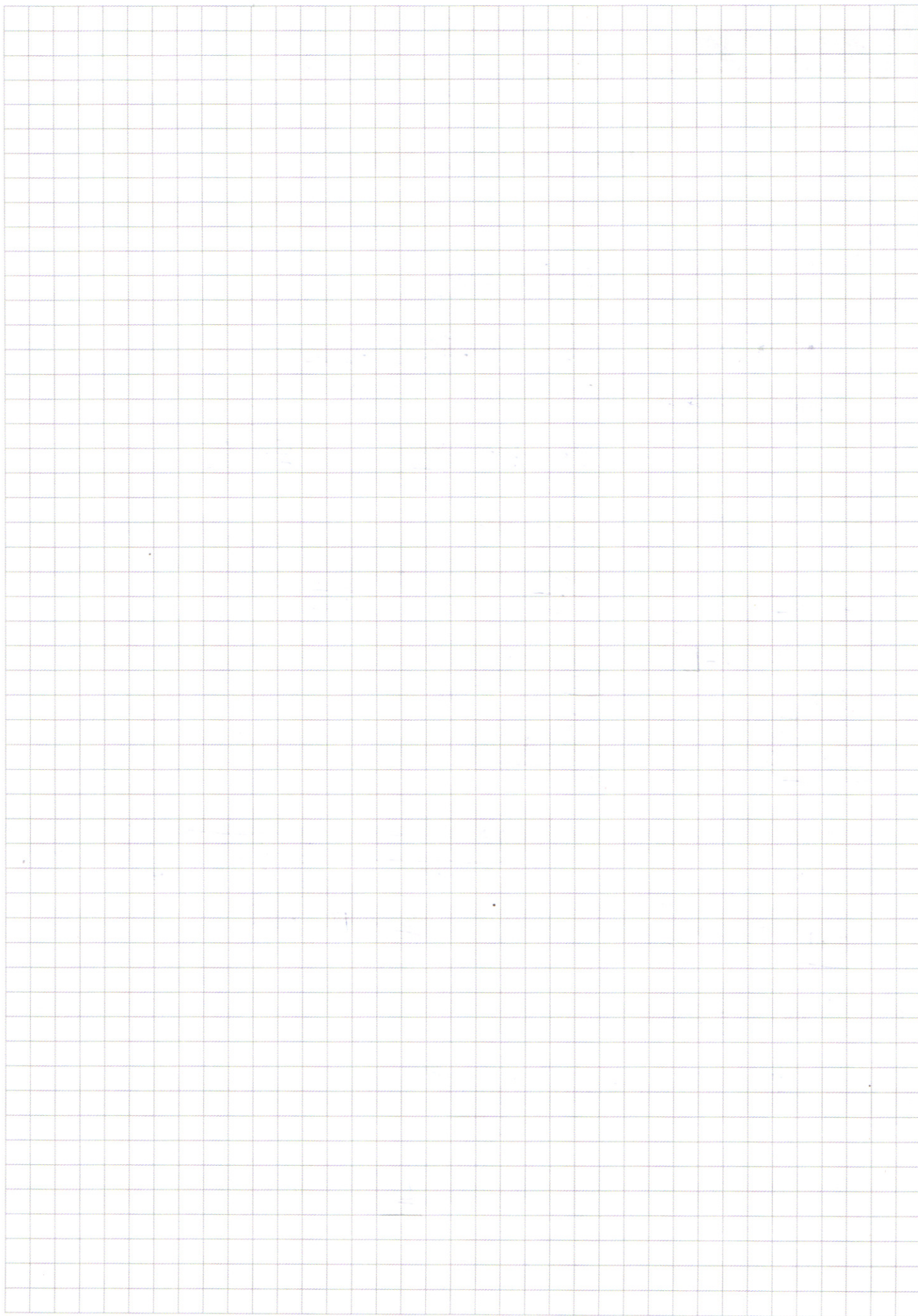
$$t = \frac{0.2d\sqrt{14}}{v}$$

$$\frac{q_0 + q}{c} = \mathcal{E} - V_0 + L\dot{I}$$

$$\frac{q}{c} = L\dot{I} + \mathcal{E} - V_0 - \mathcal{E} \cdot q$$

$$\frac{q}{c} - (\mathcal{E} - V_0) = L\ddot{q} \quad (\mathcal{E} - V_0)q = \frac{L\dot{I}^2}{2} + \frac{(q_0 + q)^2}{2C}$$

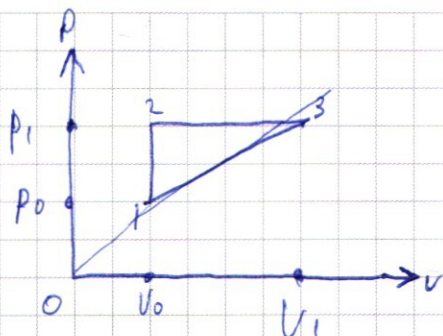
$$\frac{CU^2}{2} = (\mathcal{E} - V_0)q - \frac{L\dot{I}^2}{2}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1-2. $C_v = \frac{5}{2} R$

$$\Delta U = Q - A$$

$$\frac{3}{2} (P_1 - P_0) V_0 = Q -$$

$$\frac{5}{2} R \Delta T =$$

$$\left(\frac{x-1}{5x+3} \right)^2 \frac{2-1}{13} = \frac{1}{13}$$

541

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

2-3.

$$\Delta U = \frac{3}{2} p_0 (V_1 - V_0)$$

$$A = p_0 (V_1 - V_0)$$

$$Q = \frac{5}{2} p_0 (V_1 - V_0) = \frac{5}{2} R \Delta T$$

$$C_p = \frac{5}{2} R$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} p_0 (V_1 - V_0)$$

$$A = p_0 (V_1 - V_0)$$

$$\frac{\Delta U}{A} = \frac{3}{2}$$

1-2.

$$\frac{3}{2} V_0 (P_1 - P_0) = Q_2$$

$$A = \frac{(P_0 - P_1)(V_0 - V_1)}{2} = \frac{(P_0 - P_1)(V_0 - \frac{P_1 V_0}{P_0})}{2} = \frac{V_0 (P_0 - P_1)^2}{2 P_0}$$

2-3.

$$\frac{5}{2} P_1 (V_1 - V_0) = Q_1$$

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

1-3.

$$\frac{P_0}{V_0} = \frac{P_1}{V_1}$$

$$V_1 = \frac{P_0}{P_1} V_0$$

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

$$Q_1 = \frac{5}{2} P_1 (V_0 - \frac{P_1}{P_0} V_0) = \frac{5}{2} \frac{P_1 V_0}{P_0} (P_0 - P_1)$$

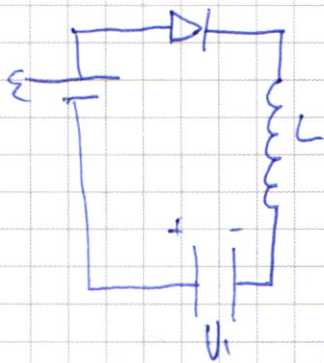
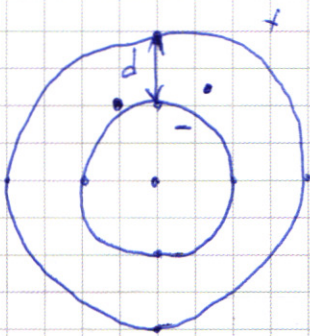
$$Q_1 + Q_2 = \frac{5}{2} P_1 (V_0 - V_1) + \frac{3}{2} (P_1 - P_0) V_0$$

$$Q_1 + Q_2 = \frac{5}{2} \frac{P_1 V_0}{P_0} (P_0 - P_1) + \frac{3}{2} V_0 (P_1 - P_0) = \frac{V_0 (P_1 - P_0)}{2} \left(3 + 5 \cdot \frac{P_1}{P_0} \right)$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{\frac{V_0 (P_0 - P_1)^2}{2 P_0}}{\frac{V_0 (P_1 - P_0)}{2} \left(3 + 5 \frac{P_1}{P_0} \right)}$$

$$= \frac{P_0 - P_1}{P_0} = \frac{P_1 - P_0}{3 P_0 + 5 P_1} = \frac{\frac{P_1}{P_0} - 1}{5 \frac{P_1}{P_0} + 3}$$

$$\eta_{\max} = \frac{1}{5}$$



$$\begin{aligned} \epsilon &= U_0 + L \dot{I} + U_1 \\ \dot{I} &= \frac{\epsilon - U_0 + U_1}{L} = \frac{6 - (3)}{0,1} = \frac{3}{0,1} = 30 \frac{A}{c^2} \end{aligned}$$

$$2) \quad \epsilon = U_0 + L \dot{I} + \frac{q}{C}$$

$$\frac{q_0^2}{2C} + \epsilon \cdot q = \frac{L \dot{I}^2}{2} + \frac{(q_0 + q)^2}{2C}$$

$$\epsilon \cdot q = \frac{L \dot{I}^2}{2} + \frac{q_0 q}{C} + \frac{q^2}{2C}$$

$$\frac{L \dot{I}^2}{2} = -\frac{q^2}{2C} - \frac{q_0 q}{C} + \epsilon q = q$$

$$\left(-\frac{q^2}{2C} + q \left(\epsilon - \frac{q_0}{C} \right) \right) = \frac{q}{C} + \epsilon - \frac{q_0}{C} = 0, \quad \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C} - \epsilon$$

$$U = L \dot{I} + \frac{q}{C}$$

$$U \cdot q + \frac{q_0^2}{2C} = \frac{L \dot{I}^2}{2} + \frac{(q_0 + q)^2}{2C}$$

$$U \cdot q = \frac{L \dot{I}^2}{2} + \frac{q^2}{2C} + \frac{q_0 q}{C}$$

$$\frac{L \dot{I}^2}{2} = \frac{q \left(U - \frac{q_0}{C} \right)}{C} - \frac{q^2}{2C}$$

$$\frac{L \dot{I}^2}{2} = \frac{(q_0 - CU)^2}{C} - \frac{(q_0 - CU)^2}{2} = -\frac{(q_0 - CU)^2}{2C}$$

$$\frac{q}{C} = U - \frac{q_0}{C}$$

$$\frac{L \dot{I}^2}{2} = \frac{\left(U - \frac{q_0}{C} \right)^2}{C} - \frac{\left(U - \frac{q_0}{C} \right)^2}{2C}$$

$$\frac{q}{C} = \frac{q_0}{C} - UC$$

$$\frac{L \dot{I}^2}{2} = \frac{\left(U - \frac{q_0}{C} \right)^2}{2C} \Rightarrow \dot{I}^2 = \left(U - \frac{q_0}{C} \right)^2$$

$$\epsilon q = \left(\epsilon - U_0 \right) q = \frac{(q_0 + q)^2}{2C}$$