

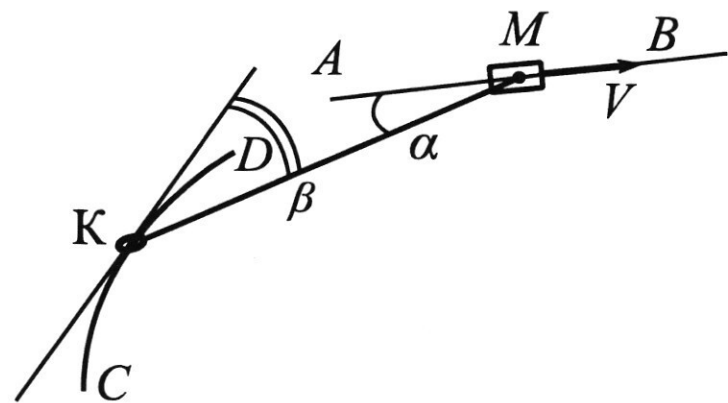
Олимпиада «Физтех» по физике, с

Вариант 11-03

Класс 11

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

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.



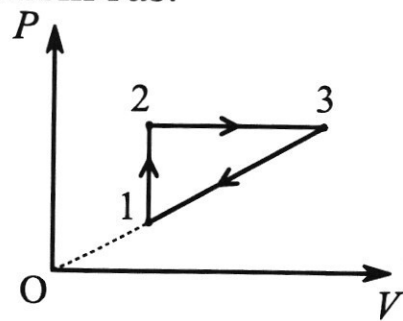
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

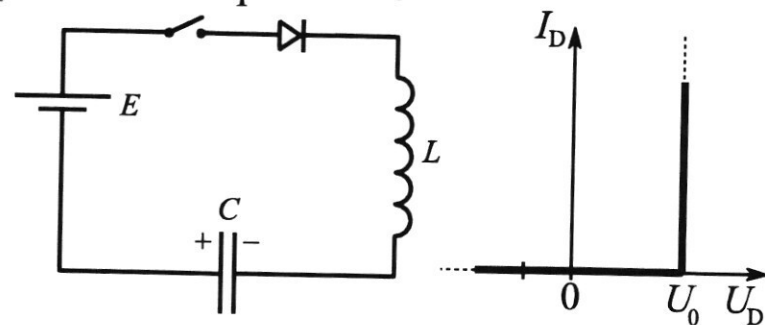
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

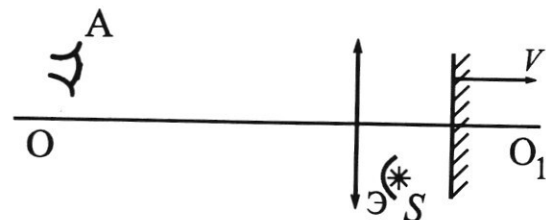


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

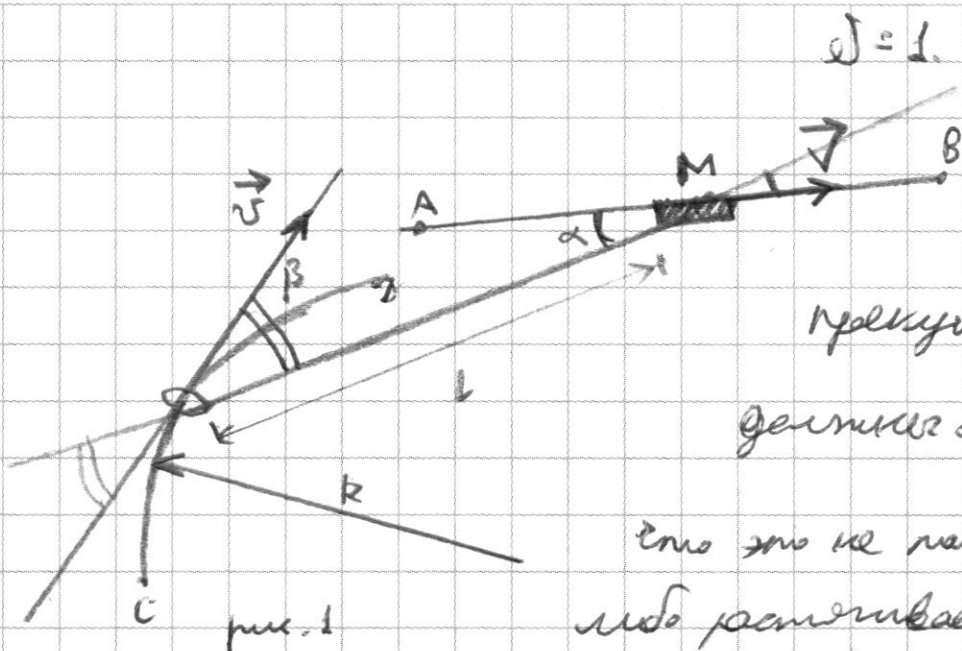
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



от источника света

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\vec{V}$ - скорость колеса, $\vec{v}$ - линейная скорость перемещения точки, это проекции скоростей колеса и точки на неё саму. Докажем это. В самом деле, если двигаться, то это не так, но получается, что точка либо сжимается, либо растягивается. Первый вариант невозможен, т.к.

тогда не может существовать сила натяжения нити, а для себя, потому что нить она обеспечивает центростремительное ускорение колеса, а второй вариант невозможен, потому что нить не растягивается. Значит наше предположение неверно и колеса и точка имеют равные проекции на неё саму. Или $\vec{V} \cos \alpha = v \cos \beta \Rightarrow V = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{15}{17} = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 3} = 2 \cdot 25 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$\vec{V}$ направлен так, как показано на рисунке.

$$= 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Найдём относительную скорость ($\vec{V}_{\text{отн}}$)

$$\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_{\text{кол}} + \vec{V}_{\text{точки}} \Rightarrow \vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_{\text{кол}} - \vec{V}_{\text{точки}} = \vec{V} - \vec{v}$$

Из рис. 2 (по теореме косинусов):

$$V_{\text{отн}} = \sqrt{V^2 + v^2 - 2Vv \cos(\alpha + \beta)} = \sqrt{V^2 + v^2 \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2V^2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)}$$

рис. 2

$$= V \sqrt{1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)} =$$

$$\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 3} = \frac{25}{17}$$

$$\frac{17}{12} \cdot \frac{289}{64} = \frac{289}{64}$$

$$= 34 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{25}{17}\right)^2 - 2 \cdot \frac{25}{17} \left(\frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \sqrt{1 - \frac{225}{289}} \left(1 - \frac{9}{25}\right)\right)} =$$

$$+ \frac{289}{814}$$

$$\frac{50}{17} \cdot \frac{13}{50} = \frac{13}{17}$$

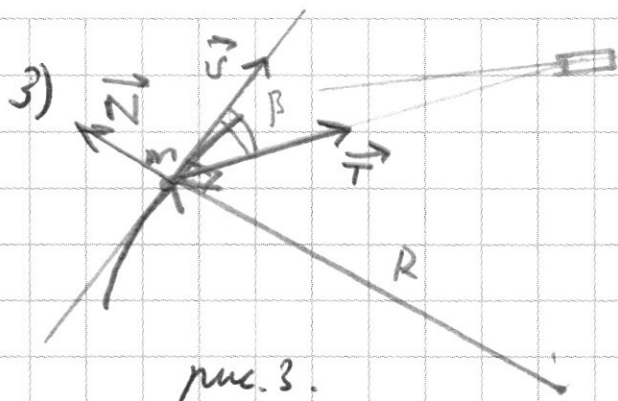
$$15^2 = 225$$

$$+ \frac{17}{289}$$

$$\frac{289}{64} - \frac{914}{650} = \frac{269}{64}$$

$$= 34 \cdot \sqrt{1 + \frac{625}{289} - \frac{50}{17} \left(\frac{9}{17} - \frac{8 \cdot 4}{17 \cdot 5}\right)} = 34 \cdot \sqrt{1 + \frac{625}{289} - \frac{50}{17} \left(\frac{9}{17} - \frac{8 \cdot 4}{17 \cdot 5}\right)} = 34 \cdot \sqrt{\frac{914}{289} - \frac{50}{17} \left(\frac{45 - 32}{17}\right)} =$$

$$= 34 \cdot \sqrt{\frac{914 - 50 \cdot 13}{17}} = 2 \cdot \sqrt{914 - 650} = 2 \cdot \sqrt{264} = 2 \cdot \sqrt{66} = 4 \sqrt{66} \frac{\text{см}}{\text{с}} \approx 4 \sqrt{64} \approx 32 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

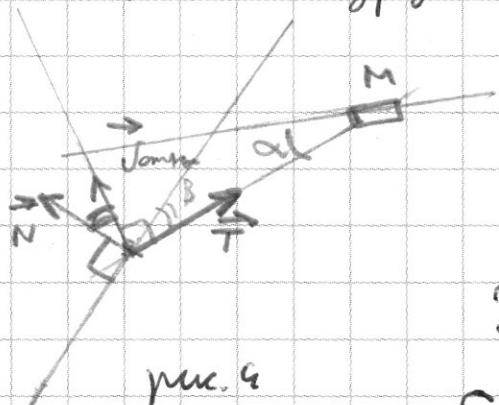


3) Δ движущаяся каретка: по кривой движется где центр: или радиусом кривой $\vec{R}$ и с какой скоростью движется ($\vec{v}$)? То движущаяся каретка движется.

$$-N + T \sin \beta = \frac{mv^2}{R} \quad (1)$$

С другой стороны, в системе отсчета каретки, каретка не движется по кругу.

Вот, по кривой движется каретка: $\vec{v}$ и $\vec{v}_{\text{каретка}} \perp$ радиусу (рис. 4)



Для этой системы отсчета:

$$T - N \sin \beta = \frac{mv_{\text{каретка}}^2}{L} \quad (2)$$

Теперь решаем систему уравнений (1) и (2):

$$\begin{cases} -N + T \sin \beta = \frac{mv^2}{R} \\ T - N \sin \beta = \frac{mv_{\text{каретка}}^2}{L} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N = T \sin \beta - \frac{mv^2}{R} \\ T - \sin \beta \left(T \sin \beta - \frac{mv^2}{R} \right) = \frac{mv_{\text{каретка}}^2}{L} \end{cases}$$

$$T - T \sin^2 \beta + \frac{mv^2}{R} \sin \beta = \frac{mv_{\text{каретка}}^2}{L}$$

$$T(1 - \sin^2 \beta) = m \left(\frac{v_{\text{каретка}}^2}{L} - \frac{v^2 \sin \beta}{R} \right) = m \left(\frac{v_{\text{каретка}}^2}{L} - \frac{v^2 \sqrt{1 - \cos^2 \beta}}{R} \right)$$

$$T \cos^2 \beta = m \left(\frac{v_{\text{каретка}}^2}{L} - \frac{v^2 \sqrt{1 - \cos^2 \beta}}{R} \right)$$

$$\begin{array}{r} 66 \\ 64 \\ + 264 \\ \hline 396 \\ 4224 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4224 \\ - 1060 \\ \hline 3160 \end{array}$$

$$T = \frac{m}{\cos^2 \beta} \left(\frac{v_{\text{каретка}}^2}{L} - \frac{v^2 \sqrt{1 - \cos^2 \beta}}{R} \right) = \frac{25 \cdot 0,3}{9} \left(\frac{4 \cdot 16 \cdot 66}{5 \cdot 0,953} - \frac{2500}{0,53} \sqrt{1 - \frac{9}{25}} \right) = \frac{25 \cdot 0,1}{3} \left(\frac{64 \cdot 66 - 2500 \cdot \frac{4}{5}}{0,53 \cdot 5} \right)$$

$$= \frac{25}{3} \left(\frac{4224 - 2000 \cdot 0,53}{0,53 \cdot 5} \right) = \frac{2,5}{15 \cdot 0,53} (4224 - 1060) = \frac{250}{15 \cdot 0,53} \cdot 3160 =$$

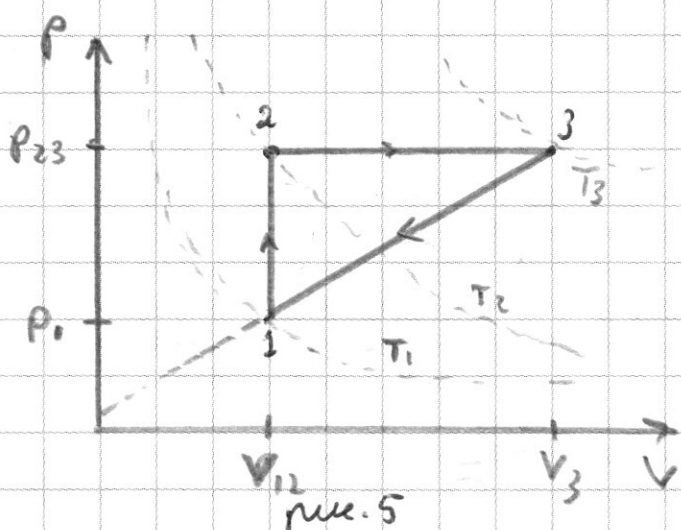
$$\frac{3160}{15} = \frac{316 \cdot 10}{15} \approx 21 \cdot 10 = 210 \quad T = 210 \cdot \frac{250}{53} \approx 210 \cdot 5 = 1050 \text{ Н}$$

$$\frac{25 \cdot 400}{0,5} = 20000$$

Ответ: 1) $v = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

2) $v_{\text{каретка}} = V \sqrt{1 + \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \right)^2 - 2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cos \beta - \sqrt{(1 - \cos^2 \alpha)(1 - \cos^2 \beta)})} = 4 \sqrt{66} \frac{\text{см}}{\text{с}} \approx 32 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

3) $T = \frac{m}{\cos^2 \beta} \left(\frac{v_{\text{каретка}}^2}{L} - \frac{v^2}{R} \sqrt{1 - \cos^2 \beta} \right) \approx 1050 \text{ Н}$



$N=2$.

Введем следующие обозначения (см. рис. 5), применим

по условию: $\frac{p_{23}}{V_3} = \frac{p_1}{V_1} \quad (1)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Тепло $\uparrow$ по участкам $1 \rightarrow 2$ и $2 \rightarrow 3$, по участку $3 \rightarrow 1$ оно равно, т.к. $\downarrow$ температура pV .

$$C_{12} = C_v = \frac{dQ_v}{dT} = \frac{dA' + dU}{dT}$$

$$dA' = 0, \text{ т.к. } dV = 0$$

$$dU = \frac{3}{2} DR \cdot dT$$

$$C_v = \frac{\frac{3}{2} DR \cdot dT}{dT} = \frac{3}{2} R$$

dQ_v — количество теплоты, переданное газу в изохорном процессе $1 \rightarrow 2$; dT — изменение температуры газа, 2-го кванта; dA' — работа расширения, совершаемая газом; C_v — удельная теплоемкость; dU — изменение внутренней энергии газа.

Для изохорного процесса $2 \rightarrow 3$:

$$C_p = \frac{dQ_p}{dT} = \frac{dA' + dU}{dT} = \frac{p \cdot dV + \frac{3}{2} DR \cdot dT}{dT} = \frac{DR \cdot dT + \frac{3}{2} DR \cdot dT}{dT} = R + \frac{3}{2} R = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \frac{5}{3}$$

2) Требуется рассчитать процесс $2 \rightarrow 3$: $A' = \int dA' = \int_{V_{12}}^{V_3} p_{23} dV = \int_{T_2}^{T_3} DR \cdot dT = DR(T_3 - T_2)$

$$\Delta U = \int_{T_2}^{T_3} \frac{3}{2} DR \cdot dT = \frac{3}{2} DR(T_3 - T_2)$$

$$\frac{\Delta U}{A'} = \frac{\frac{3}{2} DR(T_3 - T_2)}{DR(T_3 - T_2)} = \frac{3}{2}$$

3) $A_{\text{цикл}} = \oint_{\text{цикла}} pV = \frac{(p_{23} - p_{12})(V_3 - V_{12})}{2} = \frac{1}{2} (p_{23}V_3 - p_{23}V_{12} - p_{12}V_3 + p_{12}V_{12})$

Тепло к газу передается на участках $1 \rightarrow 2$; $2 \rightarrow 3$. На участке $3 \rightarrow 1$ тепло отводится.

$$Q_{\text{подведенное}} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} DR(T_2 - T_1) + \frac{5}{2} DR(T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (p_{23}V_{12} - p_{12}V_{12}) + \frac{5}{2} (p_{23}V_3 - p_{23}V_{12}) = \frac{1}{2} (3p_{23}V_{12} - 3p_{12}V_{12} + 5p_{23}V_3 - 5p_{23}V_{12}) = \frac{1}{2} (5p_{23}V_3 - 3p_{12}V_{12} - 2p_{23}V_{12})$$

$$\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_{\text{подведенное}}} = \frac{p_{23}V_3 - p_{23}V_{12} - p_{12}V_3 + p_{12}V_{12}}{5p_{23}V_3 - 3p_{12}V_{12} - 2p_{23}V_{12}}$$

При решении задачи процесса у нас есть три независимых параметра.

Пусть $V_{12} : V_3 = k$, тогда $p_{12} = V_{12} k$; $p_{23} = k V_3$:

$$\eta = \frac{kV_3^2 - kV_3V_{12} - kV_{12}V_3 + kV_{12}^2}{5kV_3^2 - 3kV_{12}^2 - 2kV_{12}V_3} = \frac{V_3^2 - 2V_{12}V_3 + V_{12}^2}{5V_3^2 - 3V_{12}^2 - 2V_{12}V_3} = \frac{\left(\frac{V_3}{V_{12}}\right)^2 - 2\frac{V_3}{V_{12}} + 1}{5\left(\frac{V_3}{V_{12}}\right)^2 - 3 - 2\frac{V_3}{V_{12}}} = \frac{x^2 - 2x + 1}{5x^2 - 2x - 3}$$

$$\text{где } x = \frac{V_3}{V_{12}}$$

$$\eta = \frac{(x-1)^2}{5x^2-2x-3} = \frac{(x-1)^2}{(x-1)^2+4x^2-4} = \frac{(x-1)^2}{(x-1)^2+4(x^2-1)} = \frac{(x-1)^2}{(x-1)^2+4(x-1)(x+1)} = \frac{x-1}{x-1+4(x+1)} = \frac{x-1}{5x+3}$$

$$= \frac{x-1}{5x+3} \quad \frac{d\eta}{dx} = \frac{5x+3-5(x-1)}{(5x+3)^2} = \frac{3+5}{(5x+3)^2} = \frac{8}{(5x+3)^2} \quad \frac{d\eta}{dx} \text{ не меняет знак (всегда)} \\ \eta = \frac{1}{5} \frac{5x-5}{5x+3} = \frac{1}{5} \left(1 - \frac{8}{5x+3} \right) \quad x \geq 1 \quad \text{при } x=1 \quad \eta=0 \\ \text{при } x \rightarrow \infty \quad \eta = \frac{1}{5} = \eta_{\max}$$

Ответ:

- 1) $\frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$
- 2) $\frac{\Delta U_{23}}{A'_{23}} = \frac{3}{2}$
- 3) $\eta_{\max} = \frac{1}{5}$

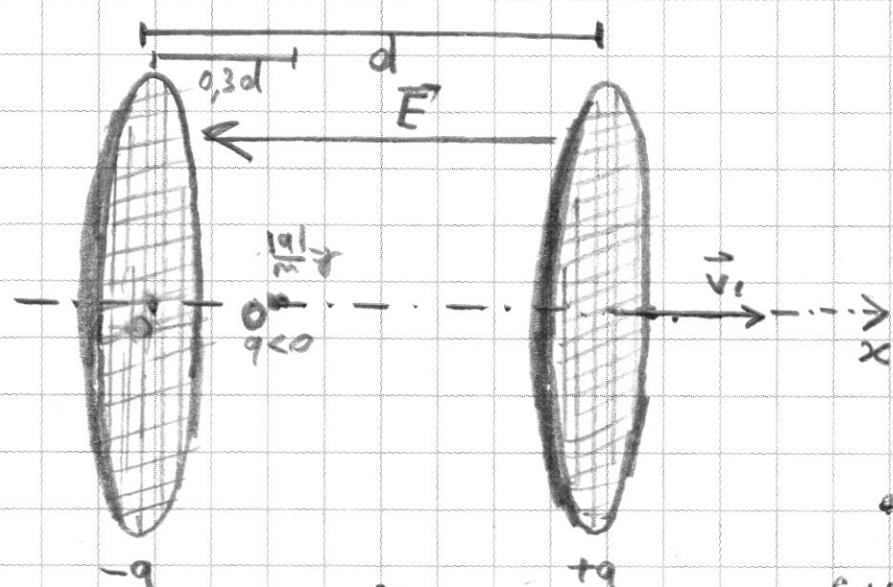


рис. 7

N=3.

Сдвинули зарядом в пространстве между собой
однородное электрическое поле, напряженность

или E_x : $E_x = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot 2 = -\frac{\sigma}{\epsilon_0}$
(рис. 7)

где σ - поверхностная плотность заряда
сдвинули конденсатора; тогда для расстояния сдвинутого

следующее:

Начальное x равно нулю, где напряженность
равна нулю в параллельных пластинах

$$a_x = \text{const.}$$

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{a_x t^2}{2} = \frac{a_x t^2}{2} = \frac{\gamma \sigma}{2\epsilon_0} t^2$$

$$x(T) = 0,5d - 0,3d = 0,2d \Rightarrow 0,2d = \frac{\gamma \sigma}{2\epsilon_0} T^2 \Rightarrow T^2 = \frac{0,4d\epsilon_0}{\gamma \sigma} = T = \sqrt{\frac{0,4d\epsilon_0}{\gamma \sigma}}$$

Но как мы найдем σ .

$$d - 0,3d = \frac{v_1^2}{2a_x} ; 0,7d = \frac{v_1^2 \epsilon_0}{2\gamma \sigma} \Rightarrow \sigma = \frac{v_1^2 \epsilon_0}{1,4\gamma d}$$

Итого: $T = \sqrt{\frac{0,4 \cdot d \epsilon_0 \cdot 1,4 \gamma d}{\gamma \sigma v_1^2 \epsilon_0}} = \sqrt{1,4 \cdot 0,4} \cdot \frac{d}{v_1} = \frac{\sqrt{14 \cdot 4}}{100} \cdot \frac{d}{v_1} = \frac{\sqrt{14}}{50} \cdot \frac{d}{v_1} = \frac{2 \cdot 3,75}{100} \cdot \frac{d}{v_1} = \frac{7,5}{100} \cdot \frac{d}{v_1} = 0,075 \frac{d}{v_1}$

$\begin{array}{r} 3,6 \\ - 3,6 \\ \hline 216 \\ + 108 \\ \hline 1296 \end{array}$	$\begin{array}{r} 3,8 \\ - 3,8 \\ \hline 304 \\ + 114 \\ \hline 1444 \end{array}$	$\begin{array}{r} 3,75 \\ - 3,75 \\ \hline 3,75 \\ + 111 \\ \hline 1369 \end{array}$	$\begin{array}{r} 3,7 \\ - 3,7 \\ \hline 259 \\ + 111 \\ \hline 1369 \end{array}$	$\begin{array}{r} 3,75 \\ - 3,75 \\ \hline 2 \\ + 750 \\ \hline 752 \end{array}$
---	---	--	---	--

Надеемся, что вы поняли, как вычислить конденсатор, радиус, т.е. расстояние

двух пластин по модулю ~~электрического~~ противостоит электрических век-

торов напряженности поле даст в сумме $\vec{E}_{\text{вект}} = \vec{0} \Rightarrow$ по закону Гаусса

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

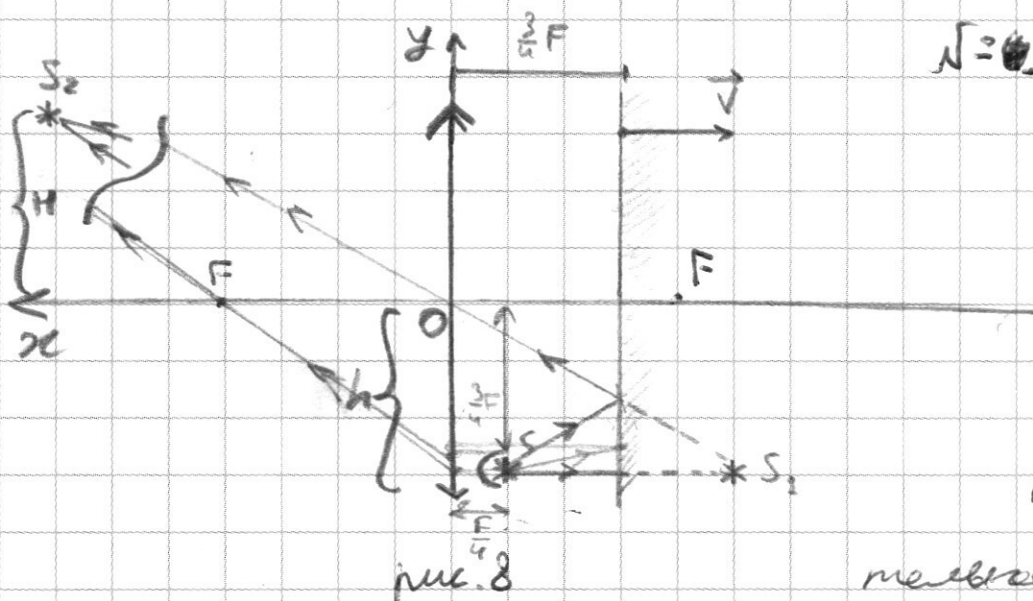
Конденсатор не будет действовать если, а значит его емкость будет
неизменной и останется равно: $V_2 = V_1$

2) В условии задачи, скорее всего опечатка, потому что невозможно найти
заряд обкладок конденсатора, если неизвестны их площадь, но мы можем
найти плотность заряда (см. формула $\sigma = \frac{V_1^2 \epsilon_0}{1,48d}$)

Ответ: 1) $T = \frac{\sqrt{14}}{50} \frac{d}{V_1} \approx 0,075 \frac{d}{V_1}$

2) Q невозможно найти, не зная площади обкладок; $\sigma = \frac{V_1^2 \epsilon_0}{1,48d}$ (поверхностная
плотность заряда обкладок конденсатора); $Q = \frac{V_1^2 \epsilon_0 S}{1,48d}$
S - площадь обкладок

3) $V_2 = V_1$



$N = 0,5$

1) Зеркало даст мнимое изображение
 S_1 симметрично своей плоскости на
расстоянии $\frac{3}{4}F + (\frac{3}{4}F - \frac{F}{4}) = \frac{3}{4}F + \frac{2}{4}F = \frac{5}{4}F$
от плоскости линзы: $d = \frac{5}{4}F$

Поскольку $\frac{5}{4}F > F$, то линза даст действительное
изображение S_2 на расстоянии s от линзы,

пусть:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{s} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{s} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd} \Rightarrow s = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F \cdot \frac{5}{4}F}{\frac{5}{4}F - F} = \frac{\frac{5}{4}F^2}{\frac{1}{4}F} = 5F$$

$s = 5F$

2) Введем систему координат Oxy так, как показано на рис. 8, тогда:

$$x_{S_1}(t) = -\left(\frac{3F}{4} + \left(\frac{3}{4}F + vt - \frac{F}{4}\right)\right) = -\left(\frac{3F}{4} + \frac{2F}{4} + 2vt\right) = -\left(\frac{5}{4}F + 2vt\right)$$

$$x_{S_1}(t) = -d \Rightarrow d(t) = \frac{5}{4}F + 2vt$$

$$\frac{s}{d} = \frac{F}{d-F} = \Gamma = \frac{H}{h} \quad s = x_{S_2}(t) = \frac{d(t)F}{d(t)-F} = \frac{F(\frac{5}{4}F + 2vt)}{\frac{5}{4}F + 2vt - F} = \frac{F(5F + 8vt)}{F + 8vt}$$

$$H = h \cdot \frac{s}{d} = y_{S_2} = h \cdot \frac{F}{d-F} = \frac{3}{4}F \cdot \frac{F}{\frac{5}{4}F + 2vt} = \frac{3F^2}{F + 8vt}$$

Угол: $y_{S_2}(t) = \frac{3F^2}{F + 8vt}$; $x_{S_2}(t) = s = \frac{F(5F + 8vt)}{F + 8vt}$

$$d) x_{s_2}(t) = \frac{F(5F+8Vt)}{F+8Vt}; y_{s_2}(t) = \frac{3F^2}{F+8Vt}$$

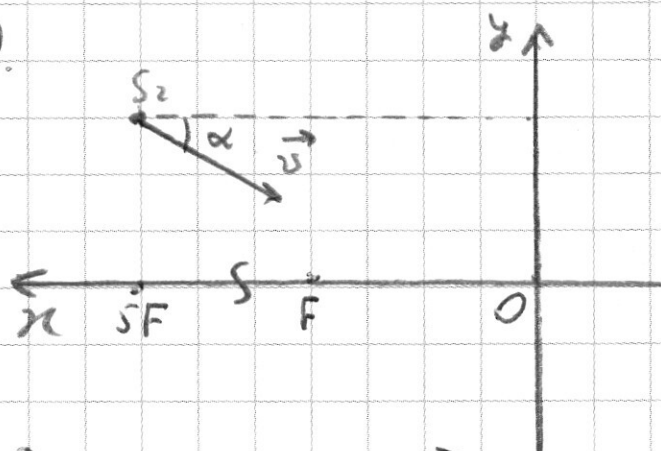
$\vec{v}_x$ и $\vec{v}_y$ — скорости изображения в системе координат x и y соответственно; тогда:

$$v_x = \frac{dx_{s_2}(t)}{dt} = F(5F+8Vt) \cdot \frac{8V(F+8Vt) - (5F+8Vt) \cdot 8V}{(F+8Vt)^2} = \frac{8VF(F+8Vt-5F-8Vt)}{(F+8Vt)^2} = \frac{8VF(-4F)}{(F+8Vt)^2} = -\frac{32F^2}{(F+8Vt)^2} \cdot V \quad (\text{движение к фокальной плоскости})$$

$$v_y = \frac{dy_{s_2}(t)}{dt} = 3F^2 \cdot (-1) \cdot \frac{8V}{(F+8Vt)^2} = -\frac{24F^2}{(F+8Vt)^2} \cdot V \quad (\text{движение к ГОО}).$$

Из этих двух скоростей найдем величину скорости изображения и угол α (при угле $\vec{v}$ и ГОО) (рис. 3).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{24}{32} = \frac{3}{4} \quad (\text{при удален } t)$$



$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} =$$

$$= \frac{F^2 V}{(F+8Vt)^2} \sqrt{(-24)^2 + (-32)^2} =$$

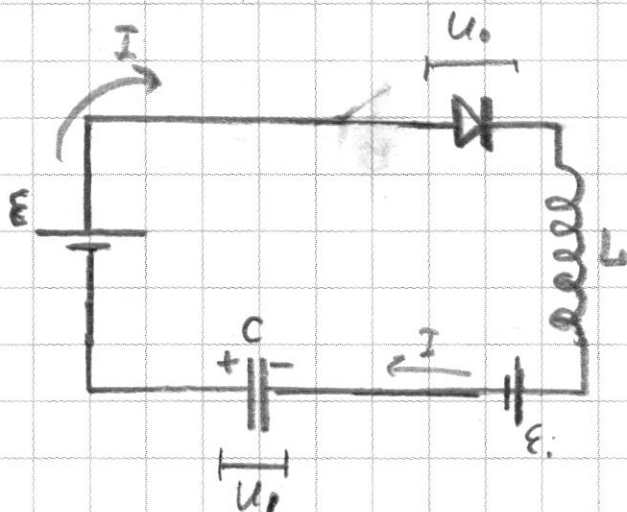
$$= \frac{8F^2 V}{(F+8Vt)^2} \sqrt{3^2 + 4^2} =$$

$$= \frac{8F^2 V}{(F+8Vt)^2} \sqrt{9+16} = \frac{40F^2 V}{(F+8Vt)^2}$$

Это означает, что $\vec{v}$ направлен всегда в точку фокуса, от v зависит: при бесконечном удалении зритель, изображение падает в фокус.

В отрезке от α , $v = v(t) = \frac{40F^2}{(F+8Vt)^2} \cdot V$ и при $t=0$: $v = 40V$

- Ответ:
- 1) $f = 5F$
 - 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$
 - 3) $v = 40V$



$$U_0 = 4V$$

После замыкания ключа в схеме возникнет ток, как показано на рисунке; это произойдет, поскольку

$$E - U_0 > U_0 \text{ и диод сместит.}$$

Ток в цепи вызовет возмущение E :

в катушке индуктивности, направленный так, чтобы противодействовать изменению тока.

Запишем Кирхгофа для данной цепи:

$$E + E_2 = U_0 + U_{\text{конд.}} \quad (\text{в кол. наведен } U_{\text{конд.}} = -U_1)$$

$$E_2 = -L \dot{I}$$

$$E - L \dot{I} = U_0 + U_{\text{конд.}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В начальный момент (сразу после замыкания ключа):

$$\mathcal{E} - L\dot{I} = U_0 - U_1 \Rightarrow L\dot{I} = \mathcal{E} - U_0 + U_1$$

~~$\dot{I} = \frac{\mathcal{E} - U_0 + U_1}{L}$~~

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

$\dot{I} = \frac{dI}{dt}$ - и с этой скоростью возрастает ток:

$$= \frac{(6 - 1 + 2)V}{0,1 \text{ Гн}} = \frac{7}{0,1} \cdot \frac{A}{C} = 70 \frac{A}{C}$$

Но ~~здесь~~ чем что будет происходить дальше? То мере протекания тока, конденсатор будет заряжаться до обратной величины, а заряд в конденсаторе:

$$\dot{I} = \frac{1}{L}(\mathcal{E} - U_0 - U_{\text{конд}})$$

$U_{\text{конд}} < 0$, пока на правой обложке $q < 0$

$U_{\text{конд}}$ будет становиться всё более отрицательным, а $\dot{I}$ убавать, но всё равно $\dot{I} > 0$ и ток растёт, $|\mathcal{E}_i|$ убавает.

$$U_{\text{конд}} = \frac{q_{\text{правой обложки}}}{C}$$

q - заряд правой обложки конденсатора.

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

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

$$\ddot{q} + \frac{q}{LC} + \frac{U_0 - \mathcal{E}}{L} = 0 \quad (\text{гиперболическое колебание}).$$

$$q(t) = q_m \cos(\omega t) + C_1, \quad \text{где } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\frac{C_1}{LC} + \frac{U_0 - \mathcal{E}}{L} = 0$$

$$\frac{C_1}{C} + U_0 - \mathcal{E} = 0$$

$$\frac{C_1}{C} = \mathcal{E} - U_0 \Rightarrow C_1 = L(\mathcal{E} - U_0)$$

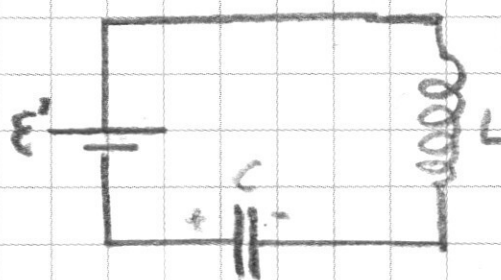
$$q(t) = L(\mathcal{E} - U_0) + q_m \cos(\omega t) + \varphi$$

В условии задачи задан ~~$q(0) = 0$~~ $q(0) = 0$

$$\mathcal{E}' - \mathcal{E}_i = U_{\text{конд}}$$

Все эти рассуждения были приведены в представлении, то есть можно заметить на формулу $\mathcal{E}' = \mathcal{E} - U_0$.

То аналогия с механикой заряд вытесняет $\Rightarrow \varphi = 0$.
как координату, ~~тогда~~ $q_{\text{max}} = q(0) = 0$

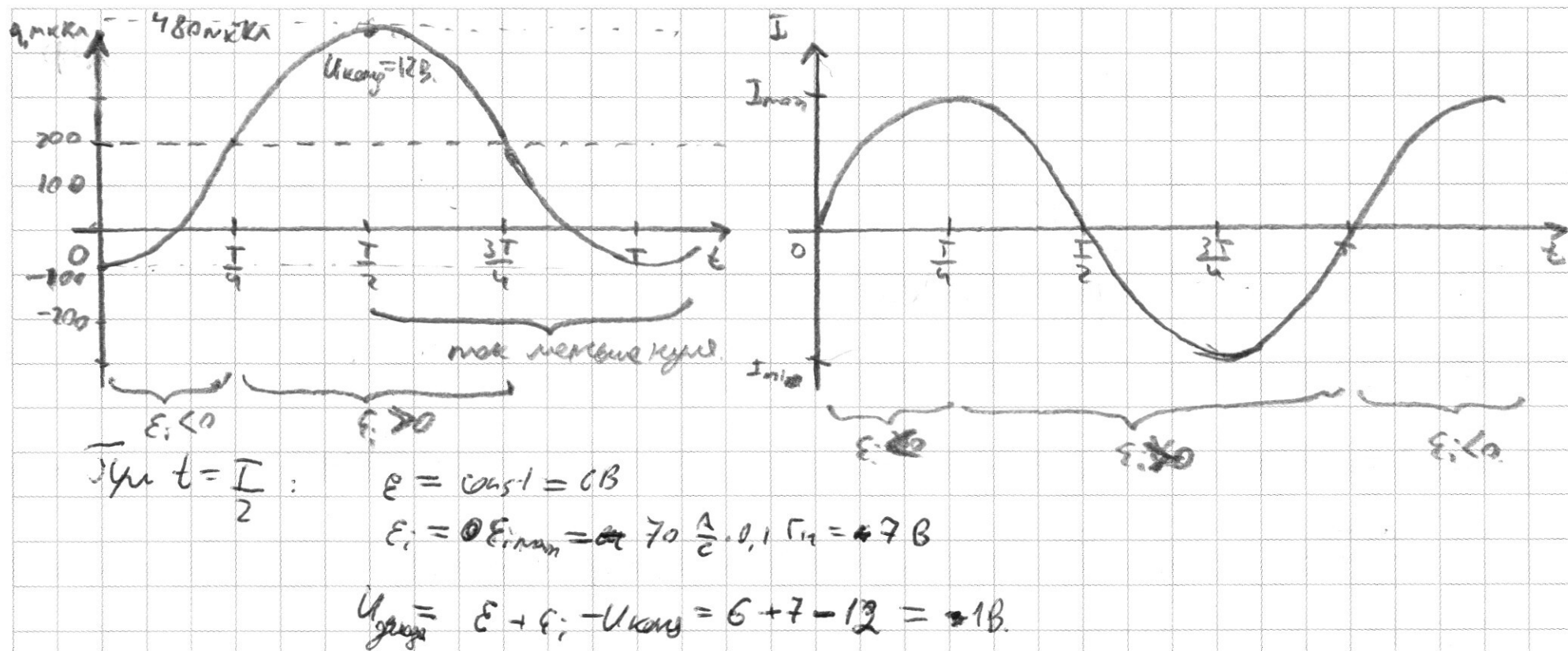


$$q(0) = -CU_1 = L(\mathcal{E} - U_0) + q_m \Rightarrow q_m = C(-U_1 - \mathcal{E} + U_0)$$

$$q(t) = C(\mathcal{E} - U_0) + C(-U_1 - \mathcal{E} + U_0) \cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$$

В итоге:

$$q(t) = 200 - 280 \cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right) \text{ нКл}$$



Это значение, которое задается до того, как $q = q_{max}$

$$\epsilon' + \epsilon_i = U_{avg} \quad \epsilon' = 5 \text{ B}$$

$$\epsilon_i(0) = -7 \text{ B}$$

$$U_{avg}(0) = 2 \text{ B}$$

$$U_{avg}\left(\frac{T}{2}\right) = 12 \text{ B} \Rightarrow \epsilon_i = 12 - 5 = 7 \text{ B}$$

Надо же все это время напряжение должно быть 1 B.

В момент времени $\frac{T}{2}$ дуга закрывается. ($I = 0$) и ϵ_i резко падает до нуля.

$$\epsilon \neq U_{avg} + U_2 \Rightarrow U_2 = \epsilon - U_{avg} = 6 - 12 = -6 \text{ B}$$

Поскольку дифференциал отрицательный заряд коаксиальной пары, то дуга не даёт это значение.

Теперь мы можем написать уравнение процесса, действующего на конденсатор

в цепи:

$$q_{max} = C(\epsilon_0 - U_0) + C_1 + C(\epsilon_0 - U_0) = C(2\epsilon_0 - U_0 + U_1)$$

$$i(t) = \dot{q}(t) = \omega C(-U_1 - \epsilon_0 + U_0) \sin \omega t =$$

$$= \omega C(U_1 + \epsilon_0 - U_0) \sin \omega t =$$

$$I_{max} = \frac{\omega C(U_1 + \epsilon_0 - U_0)}{\sqrt{2}} = \frac{U_1 + \epsilon_0 - U_0}{L} =$$

$$= \frac{2 + 6 - 1}{0,1} =$$

$$= \sqrt{\frac{C}{L}} (U_1 + \epsilon_0 - U_0) \sin \omega t$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L}} (U_1 + \epsilon_0 - U_0) = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} (2 + 6 - 1) =$$

$$= 7,2 \cdot 10^{-2} = 0,14 \text{ A}$$

Из формулы $q(t)$:

$$U_2 = \frac{C(2\epsilon_0 - U_0 + U_1)}{C} = 2\epsilon_0 - U_0 + U_1 = 2 \cdot 6 - 2 + 2 = 12 \text{ B}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: 1) $\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - U_0 + U_1}{L} = 70 \frac{A}{c}$

2) $I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L}} (U_1 + \mathcal{E} - U_0) = 0,14 A$

3) $U_2 = 2\mathcal{E} - 2U_0 + U_1 = 12 B$

