

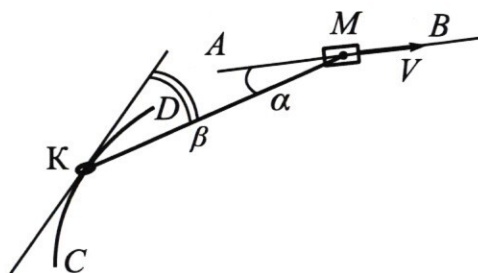
Олимпиада «Физтех» по физике, фе

Класс 11

Вариант 11-01

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (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 α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



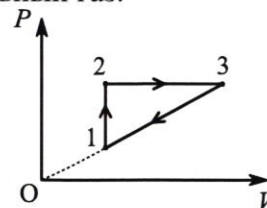
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 ($d \ll \sqrt{S}$). 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

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

1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.

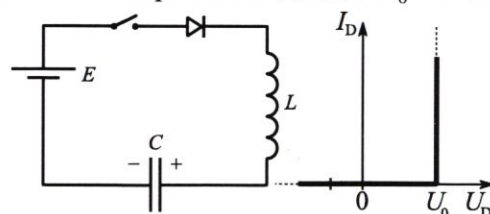
2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.

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.)

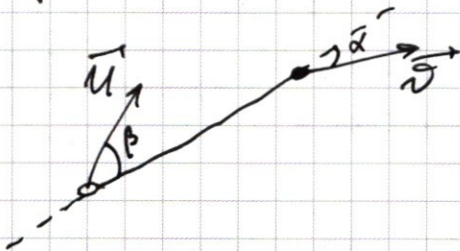
3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

1) В силу того, что нить нерастяжимая и лёгкая (идеальная), то проекции скоростей муфты и кольца на нить равны.



$\vec{u}$ - скорость кольца в данный момент времени.

$$\text{Итак, } v \cdot \cos \alpha = u \cdot \cos \beta \Rightarrow$$

$$u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}, \quad u = 68 \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} =$$

$$= 75 \text{ см/с.}$$

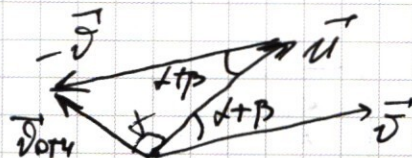
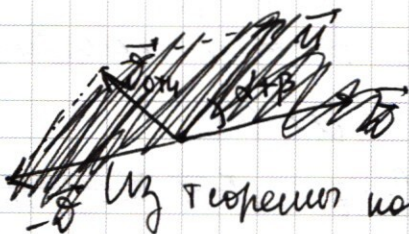
$$u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}, \quad \text{}$$

2) Запишем 3-и закон скорости:

$$\vec{v}_{\text{отс}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{пер}}; \quad \text{В нашем случае}$$

$$\vec{v}_{\text{отс}} = \vec{u}, \quad \vec{v}_{\text{пер}} = \vec{v}, \quad \vec{v}_{\text{отн}} - \text{искомая скорость.}$$

$$\text{Тогда } \vec{v}_{\text{отн}} = \vec{u} - \vec{v}; \quad \vec{v}_{\text{отн}} = \vec{u} + (-\vec{v}).$$



Из теоремы косинусов $\chi = \arccos \frac{3}{5}$

Из треугольника скоростей по теореме косинусов:

$$v_{\text{отн}}^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cdot \cos(\alpha + \beta).$$

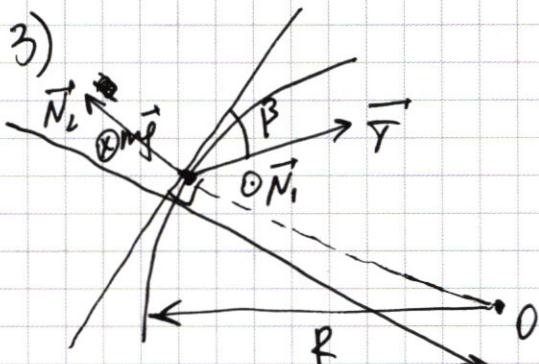
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}, \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \frac{8}{17},$$

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

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60 - 24}{5 \cdot 17} = \frac{36}{5 \cdot 17}$$

$$v_{\text{отн}}^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta) \Rightarrow$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)} = \sqrt{75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{5 \cdot 17}} = \sqrt{5929} = \sqrt{49 \cdot 121} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

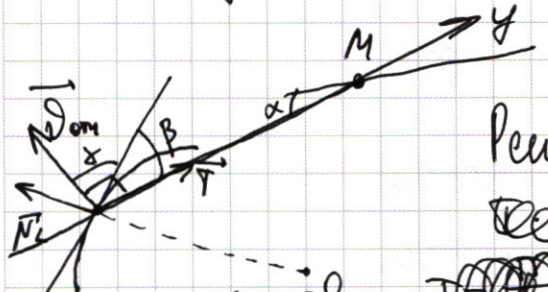


$$23H: \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$\text{на } OX: T \sin \beta - N_2 = m a_n \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \arccos \frac{3}{5} \\ \beta &= \arccos \frac{4}{5} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$$

В CD шифта: - конусо ~~приводится по окружности радиуса R~~
вокруг точки M.



$$23H \text{ на } OY: \frac{m v_{\text{отн}}^2}{R} = T - N_2 \cdot \sin \beta \quad (2)$$

Решая совместно ур-я (1) и (2):

$$\cos \beta = \frac{m v_{\text{отн}}^2}{m R (T - N_2 \sin \beta)}$$

$$T = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \left(\frac{3m v_{\text{отн}}^2}{5R \sin \beta} - \frac{m a}{R} \right) = 0,15 \text{ Н}$$

Ответ:

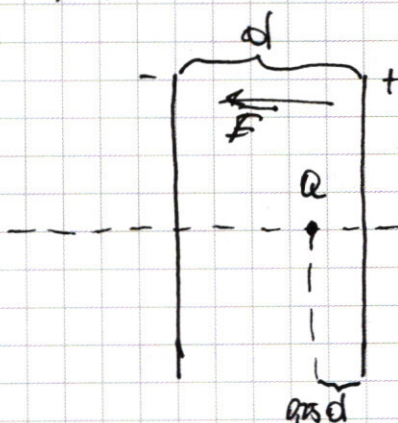
$$1) u = g \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$2) v_{\text{отн}} = \sqrt{\dots} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$3) T = \frac{m \sin \beta}{R \cdot \cos \beta} \left(\frac{3 v_{\text{отн}}^2}{5} - u^2 \right) = 0,15 \text{ Н}$$

НЗ.

1)



~~Потенциал конуса -~~
~~тогда равно E.~~

~~Решение: E = ma,~~

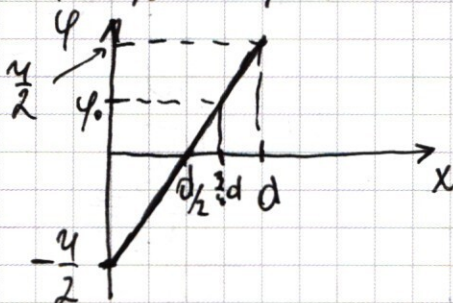
Пусть потенциал на бесконечности равен 0.

Если конденсатор заряжен

до напряжения U, то $\varphi_+ = \frac{U}{2}$, $\varphi_- = -\frac{U}{2}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В силу симметрии потенциал между обкладками
меняется линейно:



Тогда в точке с координатой $x = \frac{3}{4}d$:

$$\frac{\varphi_0}{4} = \frac{U}{2 \cdot \frac{d}{4}}, \quad 4\varphi_0 = U, \quad \varphi_0 = \frac{U}{4}; \quad \text{На второй}$$

$$\varphi_0 = -\frac{U}{4}. \quad \text{Тогда } |\Delta W| = Q \cdot \left| \frac{U}{4} + \frac{U}{4} \right| = Q \cdot \frac{U}{2} = \frac{m v_1^2}{2}.$$

$$\frac{3QU}{2} = m v_1^2$$

В конденсаторе поле $E = \frac{U}{d}$. По 23Н

$$EQ = ma, \quad a = \frac{EQ}{m} = \frac{UQ}{dm} = \text{const.}$$

$$\frac{3}{4}d = \frac{aT^2}{2},$$

$$\frac{3d}{2} = aT^2, \quad a = \frac{3d}{2T^2},$$

$$\frac{UQ}{dm} = \frac{3d}{2T^2}, \quad UQ = \frac{3md^2}{2T^2}.$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{3md^2}{2T^2} = m v_1^2$$

$$\frac{9}{4} \frac{d^2}{T^2} = v_1^2, \Rightarrow v_1 = \frac{3d}{2T}.$$

$$2) \quad U = \frac{3md^2}{8 \cdot 2T^2} = \frac{3d^2}{2T^2}, \quad U = Ed = \frac{Q}{\epsilon_0} \cdot d$$

$$\frac{3d^2}{2T^2} = \frac{Qd}{\epsilon_0}, \quad Q = \frac{3d\epsilon_0}{2T^2}$$

3) В ~~хорошем~~ решении п.1 ~~был~~ ~~ошибка~~, ~~снова~~

расстояние от центра $W_0 = \frac{3}{4} q d = q \cdot \frac{1}{4} = \frac{q}{4}$.

Т.е. на бесконечности $\varphi = 0$, то

$$\frac{m v_2^2}{2} = \frac{3}{4} q U, \quad m v_2^2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{3 d^2}{2 \pi \epsilon_0}, \quad \frac{3}{4} \cdot \frac{d^2}{\pi^2} \cdot \frac{q}{\epsilon_0} = v_2^2,$$

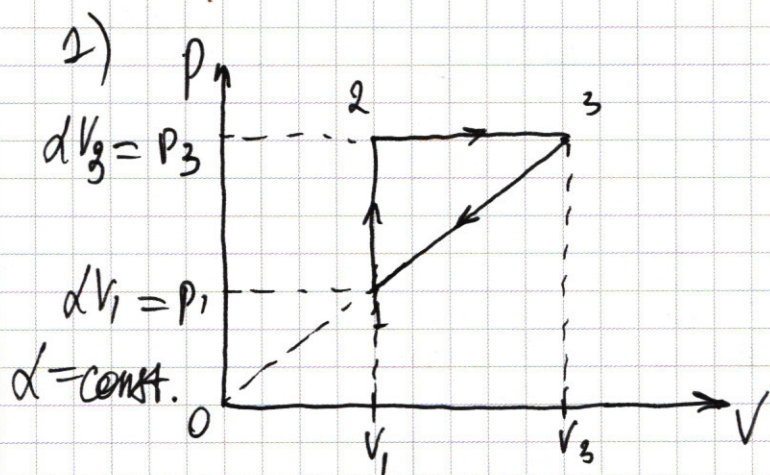
$$v_2^2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{d^2}{\pi^2} \cdot \frac{1}{\epsilon_0}, \quad \boxed{v_2 = \frac{3d}{2\pi\epsilon_0}} \quad (\text{используем новую запись}).$$

Ответы: 1) $v_1 = \frac{3d}{2\pi\epsilon_0} = \frac{3d}{2\pi}$

2) $Q = \frac{3d \cdot 5 \epsilon_0}{2 \pi \epsilon_0^2}, \quad \epsilon_0 - \text{электрическая постоянная.}$

3) $v_2 = \frac{3d}{2\pi\epsilon_0}$

№2.



Температура газа

$$T_3 > T_2 > T_1.$$

Это очевидно, если мысленно провести изотерму через точки 1, 2 и 3.

Таблица температуры процесса на уг. 1-2 и на 2-3.

Для уг. 1-2: $V_1 = \text{const} \Rightarrow A_{12} = 0.$

$$C_{12} = \frac{\Delta Q}{\Delta T_{12}},$$

$$\Delta Q = \Delta U, \quad C_{12} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 0 R \Delta T_{12}}{\Delta T_{12}} = \frac{3}{2} R.$$

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

Для уг. 2-3: $A_{23} = p_3 \Delta V_{23} = 0 R \Delta T_{23}.$

$$C_{23} = \frac{\Delta Q}{\Delta T_{23}} = \frac{\frac{3}{2} 0 R \Delta T_{23} + 0 R \Delta T_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R + R}{1} = \frac{5R}{2}.$$

$$\boxed{C_{23} = 5R/2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда ~~и~~ искомого соотношения $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3P \cdot 2}{5 \cdot P} = \frac{3}{5}$

$$\boxed{\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5} = 0,6}$$

2) На 2-3: $A_{23} = p_{23} \Delta V_{23} = \nu R \Delta T_{23}$.
 $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}$, $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$.

Тогда $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}}{\nu R \Delta T_{23}} = \frac{5}{2} = 2,5$.

$$\boxed{\frac{Q_{23}}{A_{23}} = 2,5}$$

3) $\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_{\text{т}}}$

Преобразуем тепло на 1-2
и 2-3.

$\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_{12} + Q_{23}}$; $Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$
 $= \frac{3}{2} (p_3 V_1 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} V_1 (\alpha V_3 - \alpha V_1) =$
 $= \frac{3}{2} \alpha V_1 (V_3 - V_1)$

$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = \frac{5}{2} (\alpha V_3^2 - \alpha V_3 V_1) =$
 $= \frac{5}{2} \alpha V_3 (V_3 - V_1)$; $A_{\text{цикл}} = S_{\text{цикл}} = \frac{1}{2} \cdot (p_3 - p_1) \cdot (V_3 - V_1) =$
 $= \frac{1}{2} (\alpha V_3 - \alpha V_1) (V_3 - V_1) = \frac{\alpha}{2} (V_3 - V_1)^2$

Тогда $\eta = \frac{\frac{\alpha}{2} (V_3 - V_1)^2}{\frac{5}{2} \alpha V_3 (V_3 - V_1) + \frac{3}{2} \alpha (V_3 - V_1) V_1}$; Если, что

$V_3 \neq V_1$, $\eta = \frac{V_3 - V_1}{5V_3 + 3V_1}$; Пусть $V_3 = \beta V_1$, $\beta = \text{const}$,
 $\beta > 1$.

Тогда $\eta(\beta) = \frac{\beta V_1 - V_1}{5\beta V_1 - 3V_1} = \frac{\beta - 1}{5\beta - 3}$.

$$\eta'(\beta) = \left(\frac{\beta - 1}{5\beta - 3} \right)' = \frac{(\beta - 1)'(5\beta - 3) - (5\beta - 3)'(\beta - 1)}{(5\beta - 3)^2} =$$

$$= \frac{5\beta - 3 - 5(\beta - 1)}{(5\beta - 3)^2} = \frac{2}{(5\beta - 3)^2} > 0. \text{ То есть}$$

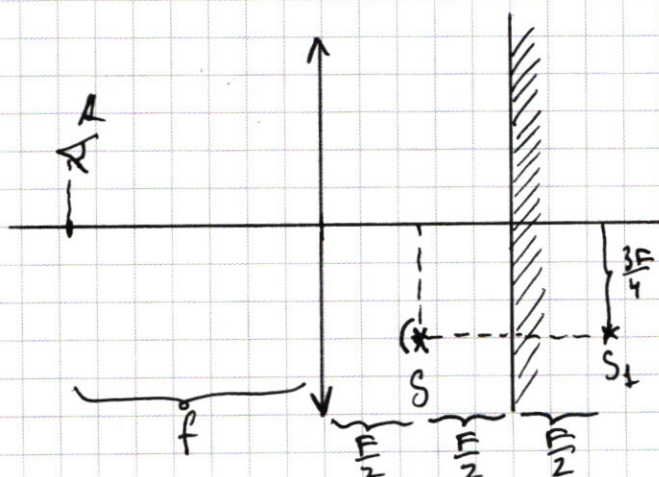
$\eta(\beta)$ возрастает на всей области определения

$(\beta > 1)$ и $\eta_{\max} = \eta(\beta \rightarrow +\infty)$.

$\lim_{\beta \rightarrow +\infty} \eta = \lim_{\beta \rightarrow +\infty} \frac{\beta - 1}{5\beta - 3} = \frac{1}{5}$. $\eta_{\max} = 1/5$ или 20%.

- Выводы:
- 1) 0,6
 - 2) 2,5
 - 3) 1/5 или 20%

1) N5.



Зеркало
~~изгиб~~ дает
изображение
 S_1 источника
S. Прием
 S_1 наблюдателю
Соч. мощность

Зеркала. По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{0},$$

$$d = \frac{3F}{2},$$

$$\frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{f},$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3-2}{3F} = \frac{1}{3F},$$

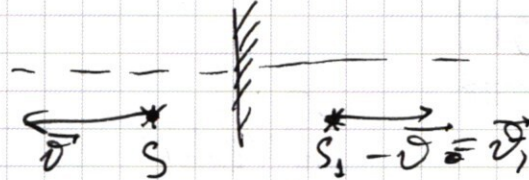
$$\boxed{f = 3F}$$

2) Найдем скорость изображения S_1 в этот

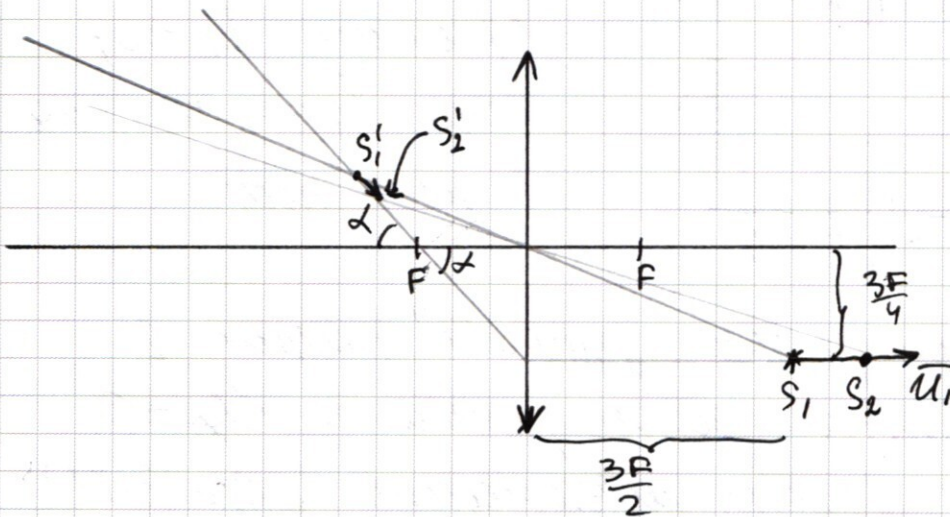
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

математ.

В СО зеркала:



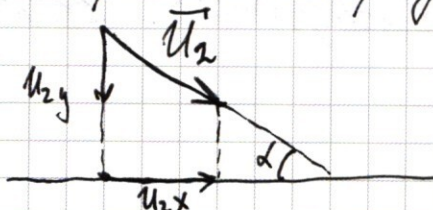
В СО линзы: $\vec{u}_1 = \vec{v}_{\text{опт}} + \vec{v}_{\text{пер}}$, $\vec{v}_{\text{опт}} = \vec{v}_1$,
 $\vec{u}_1 = +2\vec{v}$, $\vec{v}_{\text{пер}} = \vec{v}$,
 $u_1 = 2v$ - S_1 является сел линзы. Ищем:



Пусть за время dt ($dt \rightarrow 0$) в S_1 пройдет $S_1, S_2 = u, dt$.
 (Так мы определим $\vec{u}$ как направление вектора
 скорости изображения. $\tan \alpha = \frac{3F}{4F} = \frac{3}{4}$.)

$$\alpha = \arctan \frac{3}{4}$$

3) ~~Решение~~ Решения предыдущего рисунка:



$$\Gamma = \frac{1}{d} = \frac{3F}{5F} = 2$$

$$u_{2x} = \Gamma^2 u_1 = 2u_1, \quad u_{2y} = u_2 \cdot \cos \alpha$$

$$2.2U_1 = U_2 \cdot \cos \alpha, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}, \quad 1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha},$$

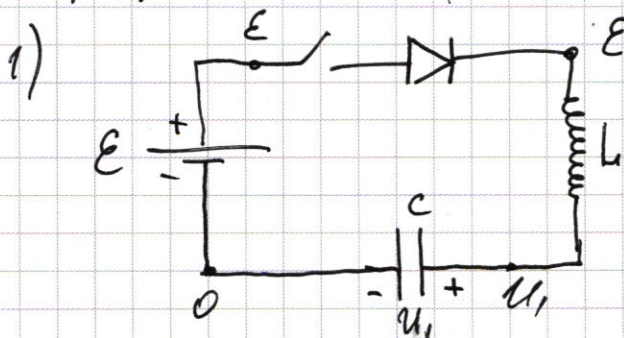
$$1 + \frac{9}{16} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{25}{16}, \quad \cos \alpha = \frac{4}{5}.$$

$$2.2U_1 = U_2 \cdot \frac{4}{5}, \quad \cancel{U_2 = \frac{5}{2} U_1}, \quad U_2 = 10V,$$

$$U_2 = 10V$$

Ответ: 1) $f = 3F$
 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}, \alpha = \arctg(\frac{3}{4})$
 3) $U_2 = 10V$.

№4.



В начальный момент времени $I_L = 0$;
 Если $I_L = 0$, то тока в цепи нет.

$E > U_1$, поэтому ток «захочет» пойти в сторону открытого речеда, поэтому $U_C = 0$.

Используя закон потенциалов: $U_L = |E - U_1| = E - U_1$, $U_L = L \dot{I}_L \Rightarrow \dot{I}_L = \frac{E - U_1}{L}$,

$$\dot{I}_L = \frac{9-5}{0,1} = 40 \frac{A}{c}.$$

$$\dot{I}_L = 40 \frac{A}{c} = \frac{E - U_1}{L}$$

~~2) Рассчитать ток в цепи в момент времени, когда конденсатор полностью зарядится. В этот момент ток в цепи будет равен нулю, так как конденсатор будет иметь напряжение, равное ЭДС источника.~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Решение:

При максимальном токе:

3C7.

$A_{\text{ист}} = \Delta W + Q_{\text{тепл}} + Q_{\text{тока}}$

$E \cdot q^* = \frac{L I^2}{2} + \frac{q^2}{2C} - \frac{C U_1^2}{2}$

$-E(q+q_1) = \frac{L I^2}{2} + \frac{q^2}{2C} - \frac{C U_1^2}{2}$

$-E q - E C U_1 = \frac{L I^2}{2} + \frac{q^2}{2C} - \frac{C U_1^2}{2}$

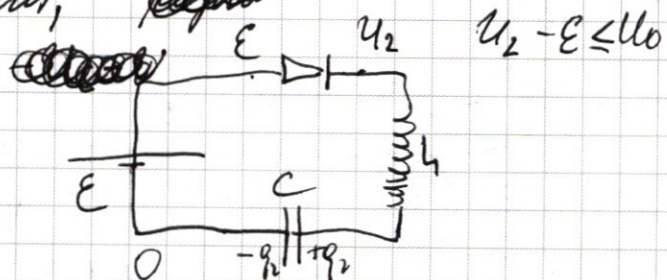
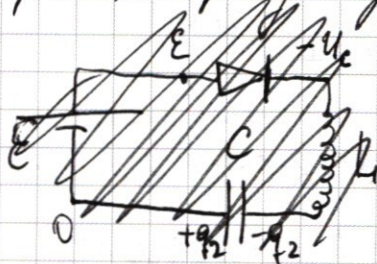
$\frac{L I^2}{2} = -\frac{q^2}{2C} - E q + \frac{C U_1^2}{2} - E C U_1 = f(q)$ — параболы ветви вниз.

Максимум при $q = \frac{E \cdot C}{2} = E C$

$\frac{L I^2}{2} = -\frac{E^2 C^2}{2} - C E^2 + \frac{C U_1^2}{2} - C E U_1 = -\frac{C E^2}{2} - C E^2 + \frac{C U_1^2}{2}$

$-C E U_1 = -C E \left(+\frac{E}{2} + E - \frac{C U_1^2}{2E} + U_1 \right) = -C E \left(\frac{3E}{2} + U_1 - \frac{C U_1^2}{2E} \right)$

- 3) В установившемся режиме тока в цепи нет ($W_L = 0$), а конденсатор заряжен так, что диод закрыт;



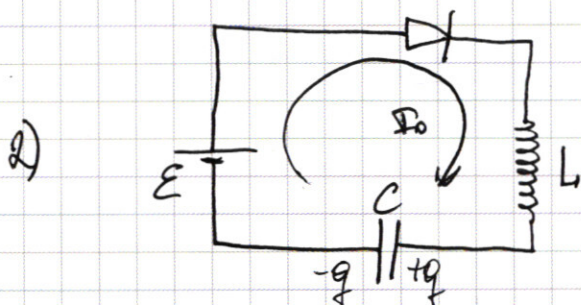
$$3.7: \mathcal{E}(q_2 - q_1) = \frac{q_2^2}{2C} - \frac{q_1^2}{2C} \Rightarrow \mathcal{E}(q_2 - q_1) = \frac{(q_2 - q_1)(q_1 + q_2)}{2C},$$

$$\begin{cases} q_2 = q_1 - \text{заряд} - \text{функция} \Rightarrow u_2 = u_1. \quad (1) \\ 2C\mathcal{E} = q_2 + q_1 \quad 2C\mathcal{E} - C u_1 = C u_2, \quad u_2 = 2\mathcal{E} - u_1. \quad (2) \end{cases}$$

В случае (1): $u_2 = u_1 = 5\text{В}$, $u_2 \leq 10\text{В}$.

В случае (2): $u_2 = 18 - 5 = 13\text{В}$, $u_2 > 10\text{В}$. — не подходит.

Таким образом, установившееся напряжение $u_2 = 5\text{В}$.



Пусть максимальный ток рассчитается при заряде q на конденсаторе.

$$\mathcal{E}q^* = \Delta W, \quad \Delta W = \frac{q^2}{2C} + \frac{L I_0^2}{2} - \frac{C u_1^2}{2}, \quad q^* - \text{заряд, прошедший через источник.}$$

$$q^* = q_1 - q.$$

$$\mathcal{E}q_1 - \mathcal{E}q = \frac{q^2}{2C} + \frac{L I_0^2}{2} - \frac{C u_1^2}{2}$$

$$\frac{L I_0^2}{2} = -\frac{q^2}{2C} - \mathcal{E}q + \mathcal{E}q_1 + \frac{C u_1^2}{2} = f(q) - \text{парабола, ветви вниз}$$

$$\text{Максимум при } q = -\frac{\mathcal{E} \cdot 2C}{2} - \mathcal{E}C, \quad q_1 = C u_1$$

$$\frac{L I_0^2}{2} = -\frac{C \mathcal{E}^2}{2} - C \mathcal{E}^2 + \mathcal{E}q_1 + \frac{C u_1^2}{2} = -\frac{3C \mathcal{E}^2}{2} + C \mathcal{E} u_1 + \frac{C u_1^2}{2}$$

$$I_0^2 = C \left(\frac{u_1^2}{2} + \mathcal{E} u_1 - \frac{3\mathcal{E}^2}{2} \right) = \text{то же}$$

$$I_0^2 = \frac{2C}{L} \left(\frac{u_1^2}{2} + \mathcal{E} u_1 - \frac{3\mathcal{E}^2}{2} \right) = \frac{C}{L} (u_1^2 + 2\mathcal{E} u_1 - 3\mathcal{E}^2)$$

$$I_0 = \sqrt{\frac{C}{L} (u_1^2 + 2\mathcal{E} u_1 - 3\mathcal{E}^2)} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} (25 + 2 \cdot 8 \cdot 9 - 3 \cdot 64)} =$$

$$= \sqrt{4 \cdot 10^{-4}} =$$

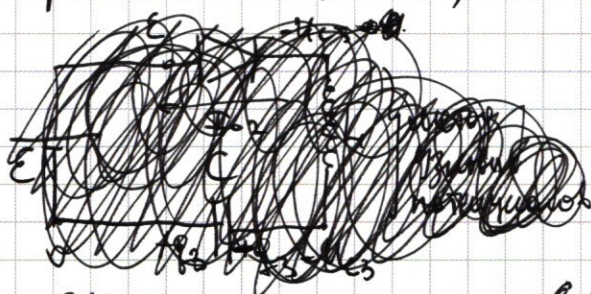
$$\frac{L I_0^2}{2} = -\frac{C \mathcal{E}^2}{2} + C \mathcal{E}^2 + \mathcal{E} C u_1 + \frac{C u_1^2}{2} = \frac{C \mathcal{E}^2}{2} + C u_1 \mathcal{E} + \frac{C u_1^2}{2},$$

$$I_0 = \sqrt{\frac{C}{L} (\mathcal{E}^2 + 2u_1 \mathcal{E} + u_1^2)} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} (81 + 2 \cdot 5 \cdot 9 + 25)} =$$

$$= \sqrt{4 \cdot 10^{-4}} \cdot 196 = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 14 = 28 \cdot 10^{-2} = 0,28\text{А}. \quad \text{В этом}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

случае под открыт, и напряжение на нем не падает. Теперь рассмотрим случай, если ток течет в другом направлении, и на резисторе падает напряжение $U_0 = 1 \text{ В}$;



~~$$E(p, q) = \frac{p^2}{2C} + \frac{1}{2} \frac{p^2}{C} - \frac{Cq^2}{N}$$~~

$$E(CU, C(U+\epsilon)) = \frac{e^{CU+\epsilon} - e^{CU}}{\epsilon} = e^{CU} + \frac{e^{CU} \epsilon}{2} - \frac{CU^2}{2}$$

১৮৫৭,

$$q_3 = C U_{c3}, \quad U_{c3} = U_0 + \varepsilon$$

$$q_{13} = C(u_0 + q)$$

~~$$C(u_1) + C(u_2) - CE^2 = \frac{C(u_0 + \epsilon)^2}{2c} - \frac{cu_1^2}{2} + \frac{kJ_0^2}{2}$$~~

$$\frac{1}{2} \frac{D a^2}{\tau} = \frac{C u^2}{2} + C E u_1 - C u_0 E - C q^2 - \frac{C (u_0 + E)^2}{2 \lambda} \Rightarrow$$

$$T_{02} = \sqrt{\frac{c}{L}} \left(u_1^2 + 2qu_1 - 2qu_0 \varepsilon - 2\varepsilon^2 - (2u_0 \varepsilon) \right) =$$

$$= \sqrt{4 \cdot 10^4} (25 + 2 \cdot 9 \cdot 5 - 18 + 2 \cdot 4)$$

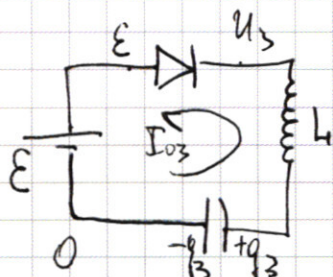
[Handwritten signature]

$$\Delta W = \frac{Q^2}{2C} + \frac{LI_0^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

~~$$A_{\text{total}} = 8 \text{ E} \cdot 9 \text{ s} = 8(9 - 9 \text{ s})$$~~

~~$$- \mathcal{E}(a_{y_1}, y_3) = \frac{1}{2} \mathcal{E}_1^2 + \frac{1}{2} \mathcal{E}_2^2 - \frac{1}{2} \mathcal{E}_3^2$$~~

~~Prüfung Klausur 16.1.8 von 10.8.8. (10K - Management) (16.1.8)~~



$$\begin{cases} U_3 - E = U_0 \\ \Delta W = \frac{q_3^2}{2C} + \frac{LI_3^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} \\ A_{\text{ист}} = E(q_3 - q_1) \end{cases}$$

из системы получаем

$$LI_3^2 = C(2EU_0 + 2E^2 - 2EU_1 - (U_0 + E)^2 + U_1^2),$$

$$I_3 = \sqrt{\frac{C}{L}(2EU_0 + 2E^2 - 2EU_1 - (U_0 + E)^2 + U_1^2)} =$$

$$= \sqrt{4 \cdot 10^{-4} \cdot (2 \cdot 18 + 162 - 90 - 100 + 25)} = 2 \cdot 10^{-2} \sqrt{15} \text{ A}$$

Сравним токи I_0 и I_3

$$28 \cdot 10^{-2} \text{ A} \quad 2 \cdot 10^{-2} \sqrt{15}$$

$$14 \gg \sqrt{15}$$

токи $I_0 > I_3$, $\Rightarrow$ установится максимальный ток в цепи равен $I_0 = 0,28 \text{ A}$.

Ответ: 1) $\dot{I} = \frac{dI}{dt} = \frac{E - U_1}{L} = 40 \frac{\text{A}}{\text{с}}$

2) $I_{\text{max}} = I_0 = 0,28 \text{ A}$

3) $U_{\text{ист}} = U_1 = 5 \text{ B}$.

№3 (оптимально)

3) Поверхности между шариками $\varphi = 0$, $\Rightarrow v_3 = v_2$,

$$\frac{d}{4} = \frac{v_3^2}{2a}, \quad a = \frac{3d}{2T^2}, \quad v_3^2 = \frac{d}{2} \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{3d}{2T^2} = \frac{3d^2}{4T^2},$$

$$v_2 = v_3 = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{d}{T}$$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3d}{2T}$

2) $Q = \frac{3dSE_0}{2T^2}$, E_0 - эл. поле.

3) $v_2 = \frac{\sqrt{3}d}{2T}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \frac{8}{17}$$

$$\sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 75 \\ \times 75 \\ \hline 225 \\ 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 15 \\ \times 15 \\ \hline 75 \\ 15 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ - 225 \\ \hline 64 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 12 \\ \hline 72 \\ 36 \\ \hline 432 \end{array}$$

$$15625 + 4624 - 2 \cdot 15 \cdot 36 \cdot 4 =$$

$$\sqrt{10239 - 4320} = 4$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$30 \cdot 4 \cdot 36 =$$

$$= 120 \cdot 36 =$$

$$5919 \cdot 3$$

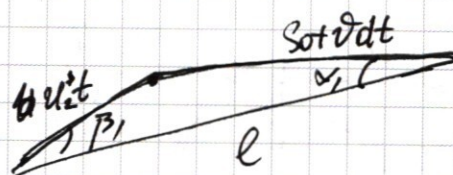
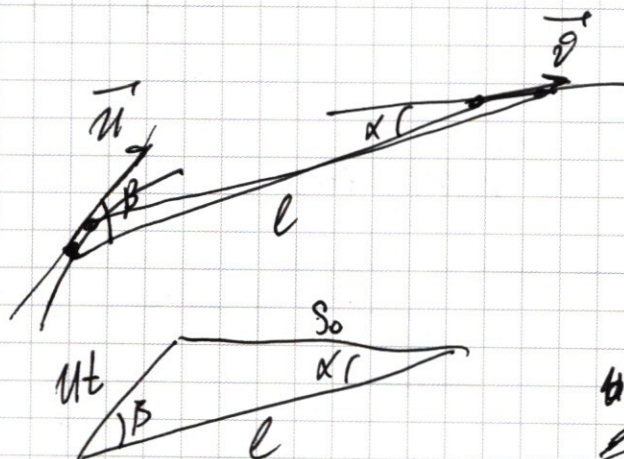
$$\begin{array}{r} 3 \\ 29 \\ \hline 27 \\ 21 \end{array}$$

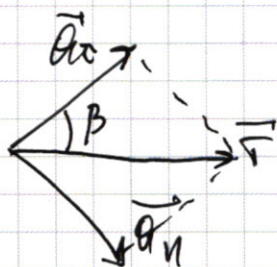
$$5929 \cdot 7$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ + 2304 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5929 \cdot 7 \\ 56 \\ 32 \\ 28 \\ 43 \end{array}$$

Если широта гео-
логическая $ds_1 = v dt$





$$m a_n = \frac{T \cos \beta}{R}$$

$$a_n = \frac{T \cos \beta}{m R}$$

$$5 - \frac{5F}{2}$$

$$x - F$$

$$x \sim \frac{5F \cdot 2}{3r} \sim \frac{10}{3}$$

$$\eta_B = \frac{Q_H}{Q_T} = \frac{m_2^2 \cdot m}{R \cdot T \cos \beta}$$

~~Q = \Delta U + A~~

$$\eta(p) = \frac{1 - \frac{1}{p}}{5 - \frac{3}{p}}$$

N1 ① ② ③

N2 ① ② ③

N3 ① ② ③

N4 ① 2 3

N5 ① ② ③

1) В начальный момент времени: $I_4 = 0$.

$$\psi_4 = (\psi_B - \psi_0)$$

~~$$\psi_A - \psi_B = E$$~~

$$\psi_A - \psi_B = E$$

$$\psi_0 - \psi_X = U_1$$

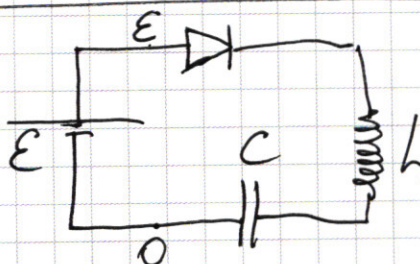
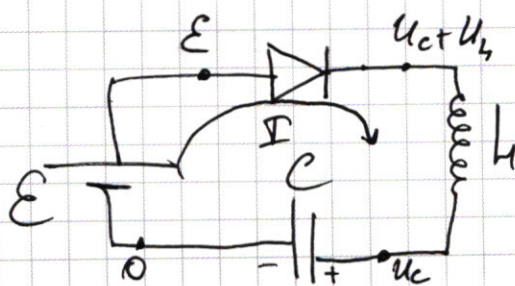
$$\psi_A - \psi_0 = E - U_1$$

$$E - U_1 = L \dot{I}_4, \quad \boxed{\dot{I}_4 = \frac{E - U_1}{L}}$$

$$= \frac{3-5}{0,1} = 40 \frac{A}{C}$$

$$2) A_{\text{сст}} = \Delta W + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$$

Уточняюще:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В СО муфта:

$$v = 68$$

$$u = 75$$

$$v_{\text{отн}} = 77$$

$$68^2 = 4624$$

$$75^2 = 5625$$

$$77^2 = 5929$$

$$v^2 = u^2 + v_{\text{отн}}^2$$

$$68^2 = 75^2 + 77^2$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ - 4624 \\ \hline 1001 \end{array}$$

$$4624 = 5625 + 5929 - 2 \cdot 75 \cdot 77 \cdot \cos \gamma$$

$$-1001 - 5929 = -2 \cdot 75 \cdot 77 \cdot \cos \gamma$$

$$\cos \gamma = \frac{5929 + 1001}{2 \cdot 75 \cdot 77}$$

$$= \frac{66}{55} = \frac{33}{55} = \frac{3}{5}, \quad \sin \gamma = \frac{4}{5}$$

$$\frac{6930}{75 \cdot 77} = \frac{1386}{15 \cdot 77} = \frac{138}{15 \cdot 11}$$

$$\begin{array}{r} 6930 : 5 \\ 3 \overline{) 6930} \\ \underline{15} \\ 15 \\ \underline{15} \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1386 : 7 \\ 198 \overline{) 1386} \\ \underline{138} \\ 0 \end{array}$$

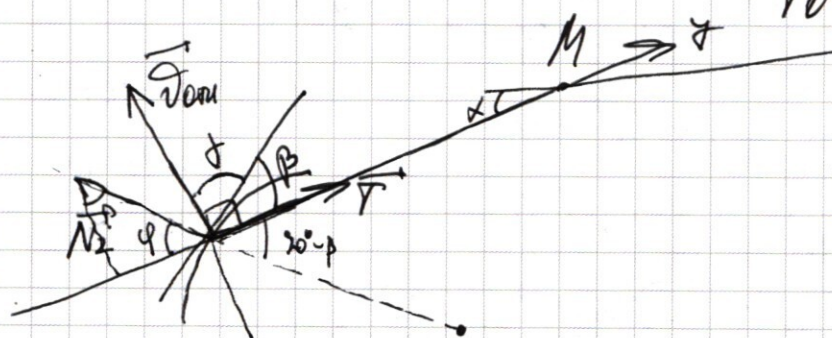
$$\begin{array}{r} 138 : 3 \\ 46 \overline{) 138} \\ \underline{138} \\ 0 \end{array}$$

$$4624 = 5625 + 5929 - 2 \cdot 75 \cdot 77 \cdot \cos \gamma$$

$$\Rightarrow \gamma + \beta = 80^\circ$$

В СО муфта;

муфта поворачивается,
то били в СО муфта
каково решается
поиск. с учетом
М и $\gamma = \frac{5R}{3}$.



$$\frac{mv_{\text{отн}}^2}{e} = T - N_2 \cdot \sin \beta$$

$$\frac{mu^2}{R} = T \sin \beta - N_2$$

$$\sin \beta = \frac{T - \frac{mv_{\text{отн}}^2}{e}}{T \sin \beta - \frac{mu^2}{R}}$$

$$T(1 - \sin^2 \beta) = m \left(\frac{v_{\text{отн}}^2}{e} - \frac{u^2}{R} \right)$$

$$\left. \begin{array}{l} N_2 \sin \beta = T - \frac{mv_{\text{отн}}^2}{e} \\ N_2 = T \sin \beta - \frac{mu^2}{R} \end{array} \right\}$$

$$T \sin^2 \beta - \frac{mu^2}{R} \cdot \sin \beta = T - \frac{mv_{\text{отн}}^2}{e}$$

$$T = \frac{m}{\cos^2 \beta} \left(\frac{77^2 \cdot 506}{5 \cdot 19} - \frac{75^2}{49} \right) = \frac{25}{160} \left(\frac{77^2 \cdot 6}{19} - \frac{75^2 \cdot 10}{19} \right) = \frac{25}{160 \cdot 19} (77^2 \cdot 6 - 75^2 \cdot 10) =$$

$$77^2 = 5929 \cdot 6 = 35574$$

$$75^2 = 5625 \cdot 10 = 56250$$

$$T \sin \beta - \frac{m v^2}{R} = N_2$$

$$T - \frac{m v_0^2 \cdot 3}{5R} = N_2 \sin \beta$$

$$T \sin \beta - N_2 = \frac{m v^2}{R}$$

$$T - N_2 \sin \beta = \frac{m v_0^2 \cdot 3}{5R}$$

$$T \sin \beta - \frac{m v^2}{R} = \frac{T}{\sin \beta} - \frac{3 m v_0^2}{5R \sin \beta}$$

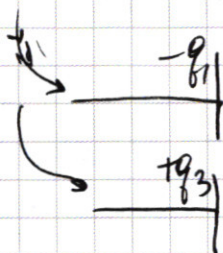
$$\frac{3 m v_0^2}{5R \sin \beta} - \frac{m v^2}{R} = T \left(\frac{1}{\sin \beta} - \sin \beta \right)$$

$$= \frac{3 \cdot 25}{5 \cdot 16} \cdot \left(\frac{8 \cdot 0,1 \cdot 77^2 \cdot 5}{5 \cdot 49 \cdot 8} - \frac{0,1 \cdot 5625}{49} \right) = \frac{15 \cdot 0,1}{16 \cdot 49} (77^2 - 5 \cdot 75^2) =$$

$$= \frac{15}{16 \cdot 19} (77 + 75) \cdot 2 = \frac{15}{8 \cdot 19} \cdot 152 = 15 \text{ Н.}$$

$$19 \cdot 8 = 152$$

$$25 + 90 - 81 + 90 + 25 = 115 + 11 = 126 = 14^2$$



$$A_{\text{электр}} = E \cdot (q_3 - q_1)$$

$$U_3 = U_0 + E =$$

$$q_3 = C(U_0 + E)$$

$$11 + 62 - 90 + 25 = 87 + 18 - 90 = 97 + 8 - 90 = 15$$

$$\frac{L I_3^2}{2} = E (C U_0 + C E - C U_1) - \frac{q_3^2}{2C} + \frac{C U_1^2}{2} =$$

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

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

$$L I_3^2 = C (2 E U_0 + 2 E^2 - 2 E U_1 - (U_0 + E)^2 + U_1^2) =$$

$$= C (2 \cdot 9 \cdot 1 + 2 \cdot 81 - 2 \cdot 9 \cdot 5 - 100 + 25) =$$

$$= C (18 + 162 - 90 - 100 + 25) =$$

$$m v_1^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) = \frac{3}{4}$$

$$m v_1^2 = \frac{3}{4} \cdot 2 = \frac{3}{2}$$

$$U_0 = \frac{U}{4}$$