

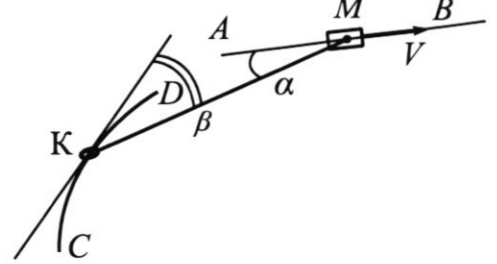
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-02

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

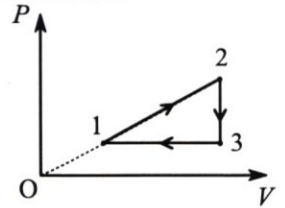
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса 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 понижение температуры газа.
- 2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

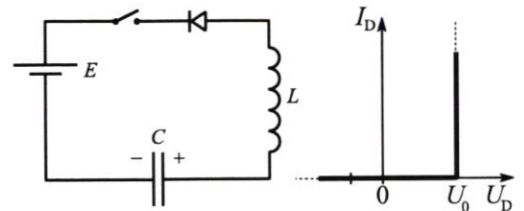


3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
- 2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
- 3) Найдите скорость V_0 частицы 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.

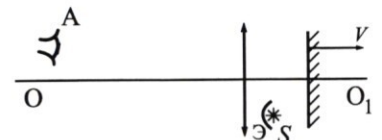
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.



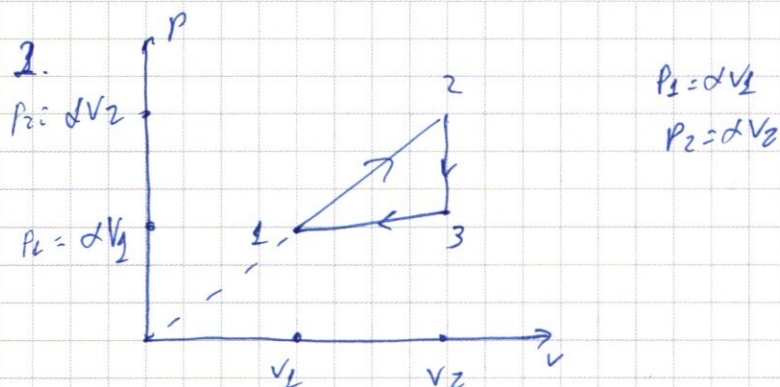
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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 $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от 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) для участка $2 \rightarrow 3$

$$V = \text{const} \Rightarrow dV = 0 \Rightarrow A = 0 \Rightarrow \delta Q = dU = d\left(\frac{3}{2} \nu R T\right) = \frac{3}{2} \nu R dT$$

$$C_{23} = \frac{1}{\nu} \cdot \frac{\delta Q}{dT} = \frac{3}{2} R$$

для участка $3 \rightarrow 1$

$$P = \alpha V_1 \cdot V = \nu R T \Rightarrow dV = \frac{\nu R dT}{\alpha V_1}$$

$$P = \text{const} = \alpha V_1 \Rightarrow \delta A = \alpha V_1 dV = \nu R dT$$

$$\delta Q = dU + \delta A = \frac{3}{2} \nu R dT + \nu R dT = \frac{5}{2} \nu R dT$$

$$C_{31} = \frac{1}{\nu} \cdot \frac{\delta Q}{dT} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{5}{3}$$

2) для процесса $1 \rightarrow 2$

$$A = (\text{площадь под } 1 \rightarrow 2 \text{ в } P-V \text{ графике}) = \frac{\alpha (V_1 + V_2) (V_2 - V_1)}{2} = \frac{\alpha (V_2^2 - V_1^2)}{2}$$

$$dU = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{P_2 V_2}{\nu R} - \frac{P_1 V_1}{\nu R} \right) = \frac{3}{2} (\alpha V_2^2 - \alpha V_1^2) = \frac{3\alpha (V_2^2 - V_1^2)}{2} = 3A$$

$$Q = A + dU = 4A$$

$$\frac{Q}{A} = 4$$

3) ~~накл. КДД будет или нету трения, теплообмена~~

3) гл. 1 → 2

$$Q_{12} = 2\alpha (V_2^2 - V_1^2) \quad (\text{см. часть 2})$$

гл. 2 → 3

$$Q_{23} = \nu C_{23} \cdot (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{\alpha V_1 V_2}{\nu R} - \frac{\alpha V_2^2}{\nu R} \right) = \frac{3\alpha}{2} (V_1 V_2 - V_2^2)$$

гл. 3 → 1

$$Q_{31} = \nu C_{31} (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{\alpha V_1^2}{\nu R} - \frac{\alpha V_1 V_2}{\nu R} \right) = \frac{5\alpha}{2} (V_1^2 - V_1 V_2)$$

гл. цикла

$$A = (\text{площадь треугольника 123}) = \frac{\alpha (V_2 - V_1)^2}{2}$$

$$Q = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = \frac{\alpha}{2} (4V_2^2 - 4V_1^2 + 3V_1 V_2 - 3V_2^2 + 5V_1^2 - 5V_1 V_2) =$$

$$= \frac{\alpha}{2} (V_2^2 + V_1^2 - 2V_1 V_2)$$

$Q_{12} > 0 \Rightarrow$ получим от нагревателя

$Q_{23} < 0 \Rightarrow$ отдали холодильнику

$Q_{31} < 0$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{4} \cdot \frac{1}{4} \quad (\text{смотри предыдущую часть})$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{\alpha (V_2 - V_1)^2}{2 \cdot 2\alpha (V_2^2 - V_1^2)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{(V_2 - V_1)^2}{(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}$$

$$\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1} \leq 1 \Rightarrow \eta \leq \frac{1}{4} \Rightarrow \eta_{\max} = \frac{1}{4}$$

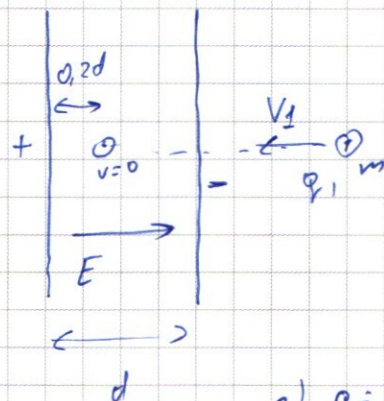
ответ. 1) 5/3

2) 4

3) 1/4

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.



$$E = \frac{U}{d}$$

1) т.к. $E = \text{const} \Rightarrow F = \text{const} \Rightarrow a = \text{const} \Rightarrow$

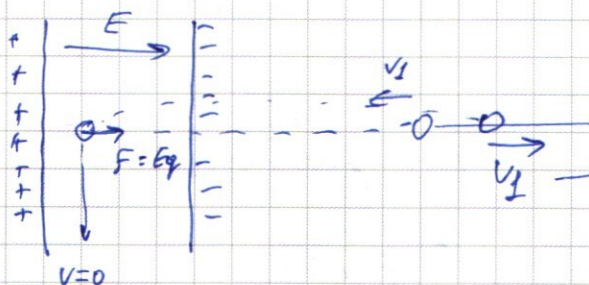
$$\Rightarrow d - 0,2d = \frac{v_1 T}{2} \quad T = \frac{1,6d}{v_1}$$

2) $a = \frac{Eq}{m} = Ex \quad aT = v_1$

$$a = \frac{v_1}{T} = \frac{v_1^2}{1,6d} = Ex$$

$$E = \frac{v_1^2}{1,6dy} = \frac{U}{d} \quad U = \frac{v_1^2}{1,6y}$$

3) после отражения частица полетит обратно со скоростью $v_0 = v_1$



v_1 — частица после отражения

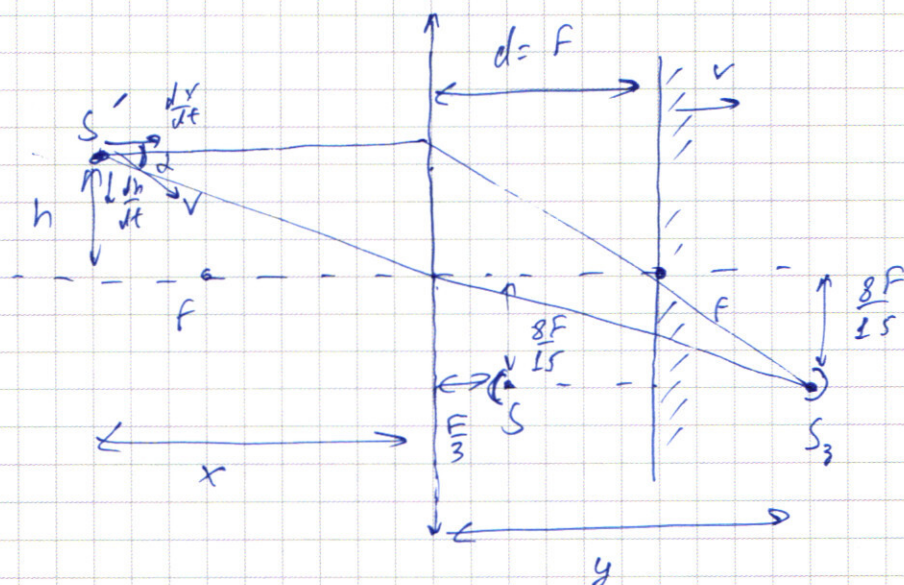
($v_0 = v_1$ так как внутри конд. поле не совершает (в сумме) работу на частицу, поэтому с какой скоростью ушел, с такой и ушел)

ответ. 1) $\frac{1,6d}{v_1}$

2) $v_1^2 / (1,6y)$

3) v_1

5.



$$y = \frac{F}{3} + 2\left(d - \frac{F}{3}\right) = \frac{6d - F}{3}$$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{x} = \frac{1}{F} - \frac{1}{y} \Rightarrow x = \frac{F(6d - F)}{6d - 4F}$$

1) он сможет увидеть изображение если расстояние A от плоскости линзы будет $x(F) = \frac{F \cdot (6F - F)}{6F - 4F} = \frac{5F}{2}$

$$\frac{\frac{h}{8F/15}}{\frac{x}{F}} = \frac{h}{F} \quad h = \frac{8F}{15} \cdot \frac{F(6d - F)}{6d - 4F} \cdot \frac{3}{6d - F} = \frac{24F^2}{15(6d - 4F)(6d - F)}$$

$$= \frac{8F^2}{5 \cdot 2(6d - F)(3d - 2F)} = \frac{4F^2}{5(6d - F)(3d - 2F)} = \frac{4F^2}{5(3d - 2F)} \quad \frac{d(d)}{dt} = v$$

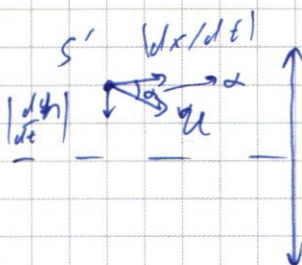
$$\frac{dx}{dt} = F \cdot \frac{(6d - 4F)6v - (6d - F) \cdot 6v}{(6d - 4F)^2} = F \cdot 6v \cdot \frac{6d - 4F - 6d + F}{(6d - 4F)^2} = 6Fv$$

$$= 6Fv \cdot \frac{-3F}{(6d - 4F)^2} = -\frac{18F^2}{(6d - 4F)^2} v = -\frac{9F^2v}{2(3d - 2F)^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{dh}{dt} = \frac{4F^2}{5} \cdot \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{18d^2 - 15Fd + 2F^2} \right) = \frac{4F^2}{5} \cdot \frac{-1}{(18d^2 - 15Fd + 2F^2)^2} \cdot (32dv -$$

$$\frac{dh}{dt} = \frac{4F^2}{5} \cdot \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{3d-2F} \right) = \frac{4F^2}{5} \cdot \frac{-1}{(3d-2F)^2} \cdot 3v = \frac{-12F^2}{5(3d-2F)^2} \cdot v$$



$$2) \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{|dh/dt|}{|dx/dt|} \quad (\text{при } d=F) =$$

$$= \frac{12F^2 v}{5(3d-2F)^2} \cdot \frac{(6d-4F)^2}{18F^2 v} = \frac{2 \cdot 4(3d-2F)^2}{15(3d-2F)^2} = \frac{8}{15}$$

не забв. об
от d

$$3) \quad u = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dh}{dt} \right)^2} = \sqrt{(F^2 v)^2 \left(\frac{9^2}{4(3d-2F)^4} + \frac{12^2}{25(3d-2F)^4} \right)}$$

$$= \frac{F^2 v}{(3d-2F)^2} \sqrt{\frac{81}{4} + \frac{144}{25}} = \frac{F^2 v}{(3d-2F)^2} \sqrt{\frac{2601}{100}} = \frac{51F^2 v}{(3d-2F)^2}$$

при $d=F$

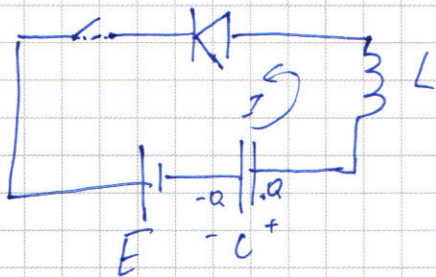
$$u = \frac{51F^2 v}{F^2} = 51v$$

ответ. 1) $2,5F$

2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}$

3) $51v$

4.



1) в самом начале

$$L \frac{dI}{dt} = U_1 - U_0 - E$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - U_0 - E}{L} = \frac{2 \text{ В}}{0,2 \text{ Гн}} = \underline{\underline{10 \frac{\text{А}}{\text{с}}}}$$

2) когда $I > 0$ (ток течёт в прямом направлении диода)

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

$$L \frac{d^2 I}{dt^2} = \frac{1}{C} \frac{dQ}{dt} = -\frac{I}{C} \Rightarrow I = A \sin(\omega t) \text{ где } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 0,5 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$$

(фаза выбрана так, что $I(0) = 0$)

$$\frac{dI}{dt} = A \omega \cos(\omega t)$$

$$\frac{dI}{dt}(0) = A \omega = 10 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$A = \frac{10 \frac{\text{А}}{\text{с}}}{0,5 \cdot 10^3} = 20 \text{ мА}$$

$$I = 20 \text{ мА} \cdot \sin(0,5 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1} \cdot t), \text{ пока } I > 0$$

$$I \text{ макс. будет при } \sin \omega t = 1 \Rightarrow I_{\text{max}} = A = \underline{\underline{20 \text{ мА}}}$$

$$\text{Как только } \sin(\omega t) = 0 \quad t = \frac{\pi}{\omega}, \quad I = 0 \text{ и } \frac{dI}{dt} < 0, \text{ ток}$$

в цепи останавливается (диод не пропускает ток в обратном направлении)

$$I = -\frac{dQ}{dt} \quad \int_{t=0}^{\pi/\omega} dQ = \int_{t=0}^{\pi/\omega} -I dt$$

где q это установившийся заряд

$$q - CU_1 = -\int_0^{\pi/\omega} A \sin \omega t dt = \frac{A}{\omega} \cos \omega t \Big|_0^{\pi/\omega} = -\frac{2A}{\omega}$$

$$q = CU_1 - \frac{2A}{\omega} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ В} - \frac{2 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 10^3} = 120 \cdot 10^{-6} - 80 \cdot 10^{-6} = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

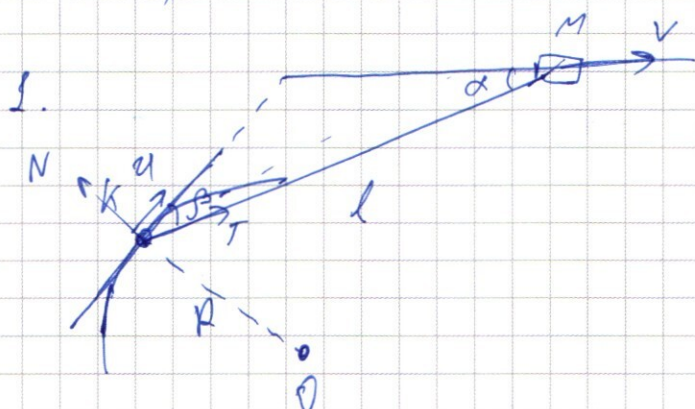
$$U_{\text{сер}} = \frac{q}{C} = 2 \text{ В} = U_2$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ответ. 1) 10 А/с

2) 20 м/с

3) 2 В



$$\cos \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17} \Rightarrow \sin \beta = \frac{15}{17}$$

1) так как длина троса не меняется во времени, то проекции скоростей муфты и кольца вдоль троса должны быть равны

$$v \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = 40 \frac{м}{с} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} = 51 \frac{м}{с}$$

$$2) v_{отн} = u \sin \beta + v \sin \alpha = 51 \frac{м}{с} \cdot \frac{15}{17} + 40 \frac{м}{с} \cdot \frac{4}{5} = 77 \frac{м}{с}$$

$$3) T \cos \beta = m \ddot{u} \quad \text{где } \ddot{u} = \frac{d^2 u}{dt^2}$$

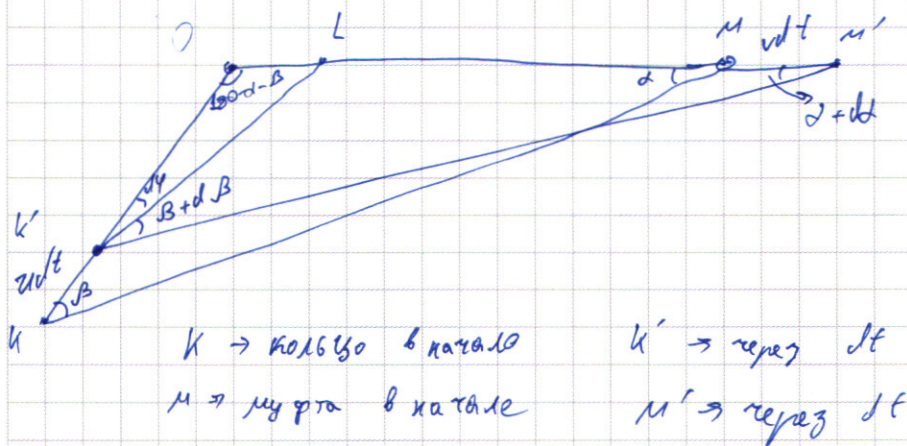
$$v \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$-\ddot{u} \sin \alpha$$

$$v \cos \alpha$$

$$-v \sin \alpha \dot{\alpha} = -u \sin \beta \dot{\beta} + \ddot{u} \cos \beta$$

$$\ddot{u} = \frac{u \sin \beta \dot{\beta} - v \sin \alpha \dot{\alpha}}{\cos \beta}$$



$\angle OK'L$ это угол поворота вектора $\vec{u}$ - то есть $\angle OK'L = \frac{u dt}{R} = d\varphi$

$$\angle K'LM = 180^\circ - \alpha - \beta + d\varphi \Rightarrow d\alpha + d\beta = -d\varphi$$

$$\begin{aligned} OK &= x & OK' &= x - u dt \\ OM &= y & OM' &= y + v dt \end{aligned}$$

$$\frac{K'M'}{\sin(180^\circ - \alpha - \beta)} = \frac{OK'}{\sin(\alpha + d\alpha)} \quad \frac{l}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{x - u dt}{\sin \alpha \cos d\alpha + \cos \alpha \sin d\alpha}$$

$$\frac{l}{\sin(\alpha + \beta)} (\sin \alpha \cos d\alpha + \cos \alpha \sin d\alpha) = x - u dt$$

$$\frac{l}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{x}{\sin \alpha} \Rightarrow x = \frac{l \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\frac{l \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} (\cos d\alpha - 1) + \frac{l \cos \alpha \sin d\alpha}{\sin(\alpha + \beta)} = -u dt$$

$$\frac{l \cos \alpha d\alpha}{\sin(\alpha + \beta)} = -u dt$$

$$d\alpha = \frac{-u \sin(\alpha + \beta)}{l \cos \alpha} dt$$

$$d\beta = -\frac{u dt}{R} + \frac{u \sin(\alpha + \beta)}{l \cos \alpha} dt$$

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{-u \sin(\alpha + \beta)}{l \cos \alpha}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{d\alpha}{dt} = -\frac{u \left(\sin\alpha \cos\beta + \cos\alpha \sin\beta \right)}{\frac{17R}{15} \cdot \cos\alpha} = -\frac{u \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} + \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} \right)}{\frac{17R}{15} \cdot \frac{3}{5}} =$$

$$= -\frac{u \cdot 15 \cdot 5}{17R \cdot 3} \cdot \frac{4 \cdot 8 + 3 \cdot 15}{5 \cdot 17} = -\frac{u \cdot 15}{51R} \cdot \frac{77}{17} = -\frac{u \cdot 1155}{R \cdot 867}$$

$$\frac{d\beta}{dt} = \frac{u}{R} \left(-1 + \sin\alpha \right) - \frac{u}{R} - \frac{d\alpha}{dt} = \frac{u}{R} \left(\frac{1155}{867} - 1 \right) = \frac{u \cdot 288}{R \cdot 867}$$

$$\dot{u} = \frac{u \sin\beta \cdot \dot{\beta} - v \sin\alpha \cdot \dot{\alpha}}{\cos\beta} = \frac{51 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{u}{R}}{\cos\beta}$$

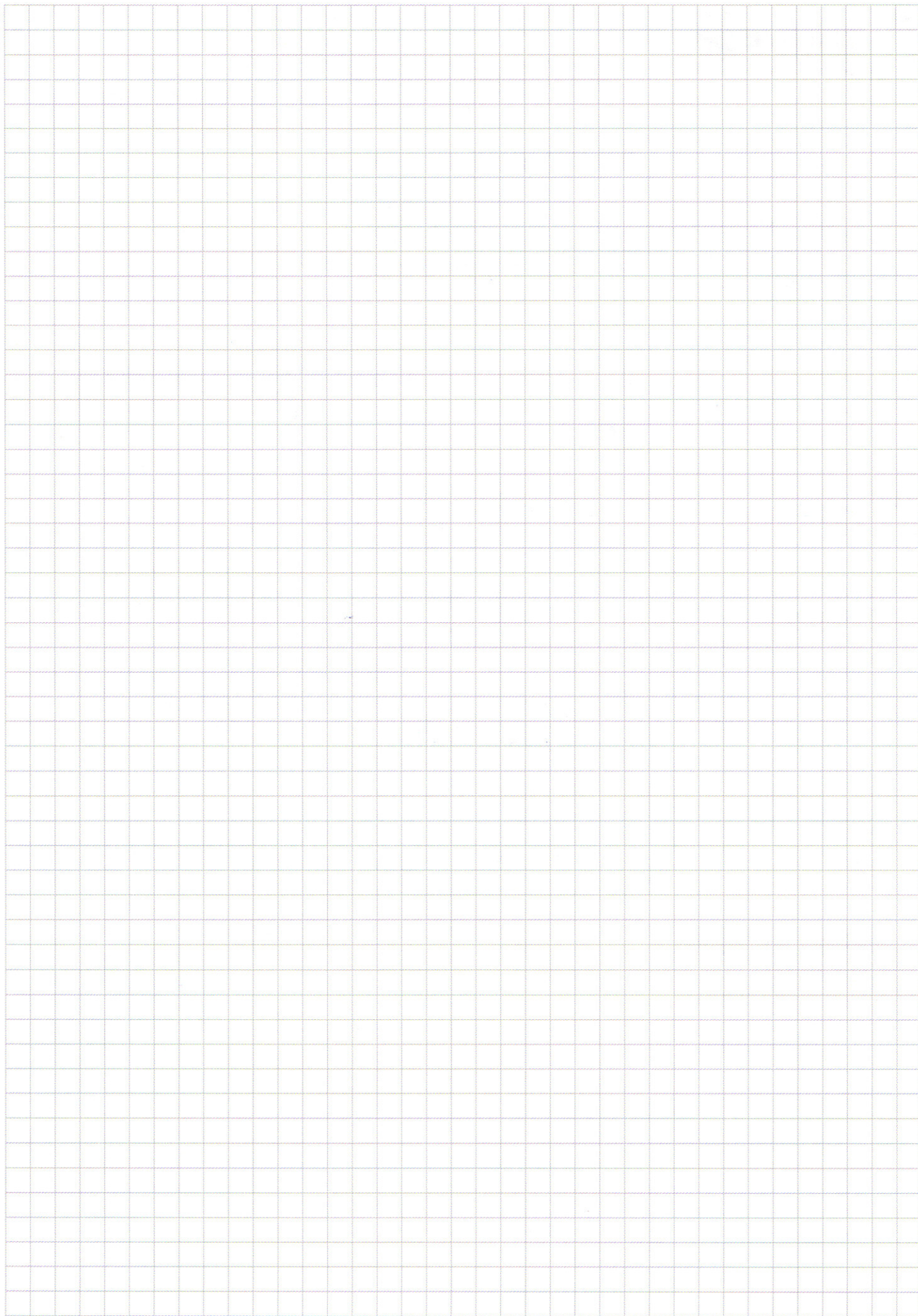
$$= \frac{u}{R} \cdot \frac{6240 \text{ м/с}}{51} = \frac{51 \text{ м/с}}{1,7 \text{ м}} \cdot \frac{6240 \text{ м/с}}{51} = 10 \cdot \frac{6240 \text{ м}}{17 \text{ с}^2}$$

$$T = \frac{m \dot{u}}{\cos\beta} = 1 \text{ кг} \cdot \frac{17}{8} \cdot 10 \cdot \frac{6240 \text{ м}}{17 \text{ с}^2} = 7800 \text{ Н}$$

ответ. 1) 51 м/с

2) 77 м/с

3) 7800 Н



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cos(\alpha + \beta) = -\frac{36}{85}$
 $\sin(\alpha + \beta) = \frac{77}{85}$
 $x = l \cdot \frac{68}{77}$
 $y = l \cdot \frac{65}{77}$

$d\varphi = \frac{u dt}{R}$
 $180 - \alpha - \beta$
 $\alpha + \beta$
 $17 \cdot 4 = 40 + 48$
 $l^2 = x^2 + y^2 + 2xy \cos(\alpha + \beta)$
 $-\frac{u dt}{R} = d\alpha + d\beta$
 $x^2 + y^2 + 2xy \cos(\alpha + \beta) = (x - u dt)^2 + (y + v dt)^2 + 2(x + u dt)(y + v dt) \cos(\alpha + \beta)$
 $2xy \cos(\alpha + \beta) = -2xu dt + 2yv dt + 2xy \dots + 2(xv dt - yu dt) \cos(\alpha + \beta)$
 $d(2xu - 2yv) = 2dt \cos(\alpha + \beta) (xv - yu)$
 $xu - yv = \cos(\alpha + \beta) (xv - yu)$
 $x - u dt$
 $77 \cdot 15 = 770 + 388 =$
 $= 1000 + 100 + 55$
 $51 \cdot 17 = 17 + 10 \cdot 17 + 2 \cdot 85 = 850 + 17 = 867$
 $1155 - 867 =$
 $\begin{array}{r} 1155 \\ - 867 \\ \hline 288 \end{array}$

$\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} =$
 $= \frac{-36}{5 \cdot 17} = -\frac{36}{85}$
 $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$
 $\frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} + \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} =$
 $= \frac{77}{5 \cdot 17} = \frac{77}{85}$
 $\frac{l}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{x}{\sin \alpha} = \frac{y}{\sin \beta}$
 $x = \frac{l \cdot \frac{4}{5}}{\frac{82}{85}} = l \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{85}{77} =$
 $= l \cdot \frac{68}{77}$
 $y = \frac{l \cdot \frac{15}{17}}{\frac{82}{85}} = l \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{85}{77} =$

$$51 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{1}{12} \cdot \frac{288}{867} + 40 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{12} \cdot \frac{1155}{867} =$$

$$\frac{867}{81} \cdot \frac{17}{51}$$

$$= \frac{1}{12} \cdot \frac{45 \cdot \frac{288}{867} + 32 \cdot \frac{1155}{867}}{8} \cdot 17 = \frac{1}{12} \cdot \frac{\frac{45 \cdot 288}{51} + \frac{32 \cdot 1155}{51}}{8}$$

$$= \frac{1}{12} \cdot \frac{45 \cdot 36 + 4 \cdot 1155}{51} =$$

$$\frac{288}{26} \cdot \frac{17}{36}$$

$$= \frac{1}{12} \cdot \frac{1620 + 4620}{51} =$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 36 \\ \hline 270 \\ 180 \\ \hline 1620 \end{array}$$

$$4 \cdot 1155 = 4000 + 400 + 220 = 4620$$

$$= \frac{1}{12} \cdot \frac{6240}{51} =$$

$$\frac{6240}{51} \cdot \frac{17}{36}$$

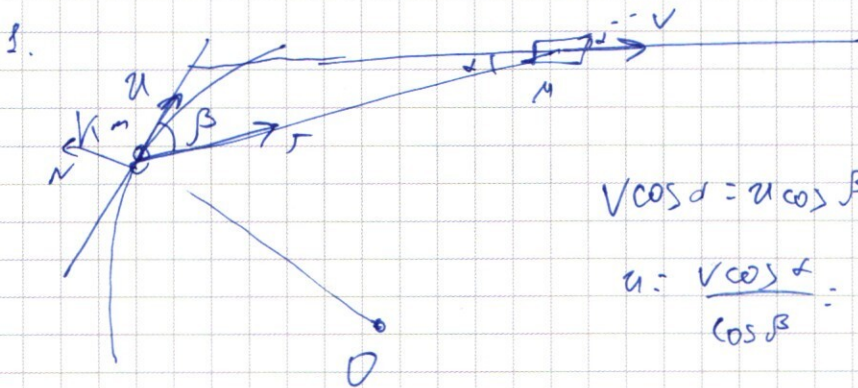
$$\begin{array}{r} + 1620 \\ 4620 \\ \hline 6240 \\ 51 \\ \hline 114 \\ 502 \\ \hline 140 \end{array} \quad \frac{17}{22}$$

$$T = m \cdot \frac{17}{8}$$

$$17 \cdot \frac{62400}{8}$$

$$\frac{62400}{36} \cdot \frac{17}{22}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. 

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\sin \beta = \frac{15}{17}$$

$$V \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$u = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} = 40 \cdot \frac{51}{40} = 51 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{отн}} = u \sin \beta + V \sin \alpha =$$

$$= 51 \cdot \frac{15}{17} + 40 \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= 45 + 32 = 77 \text{ м/с}$$

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

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

$$\frac{dx}{dt} = v \quad \frac{dy}{dt} = u$$

$$\frac{dx}{dt} (2x + 2y \cos(\alpha + \beta)) =$$

$$V \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$-V \sin \alpha \dot{\alpha} = \cos \beta \frac{du}{dt} - u \sin \beta \dot{\beta}$$

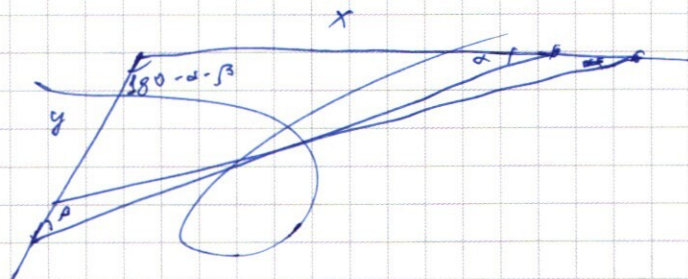
$$\frac{du}{dt} = u \sin \beta \dot{\beta} - V \sin \alpha \dot{\alpha}$$

$$17^2 = 100 + 49 + 140 = 289$$

$$289 - 64 =$$

$$= 225$$

$$\frac{289}{17} = 17$$



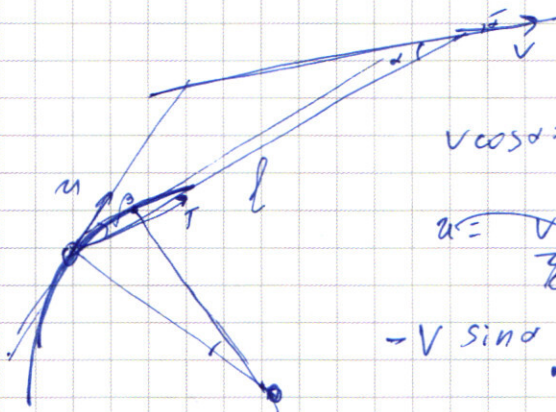
$$x^2 + y^2 + 2xy \cos(\alpha + \beta) = \text{const}$$

$$2x \frac{dx}{dt} + 2y \frac{dy}{dt} + 2 \cos(\alpha + \beta) \left(x \frac{dx}{dt} + y \frac{dy}{dt} \right) = 0$$

$$\frac{l}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{x}{\sin \beta}$$

$$x = \frac{l}{\sin(\alpha + \beta)} \sin \beta$$

$$v = \frac{l}{\sin(\alpha + \beta)} \cos \beta \dot{\beta}$$

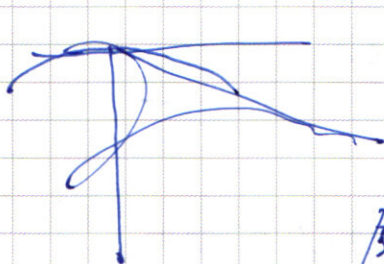


$$V \cos \alpha = u \cos \beta$$

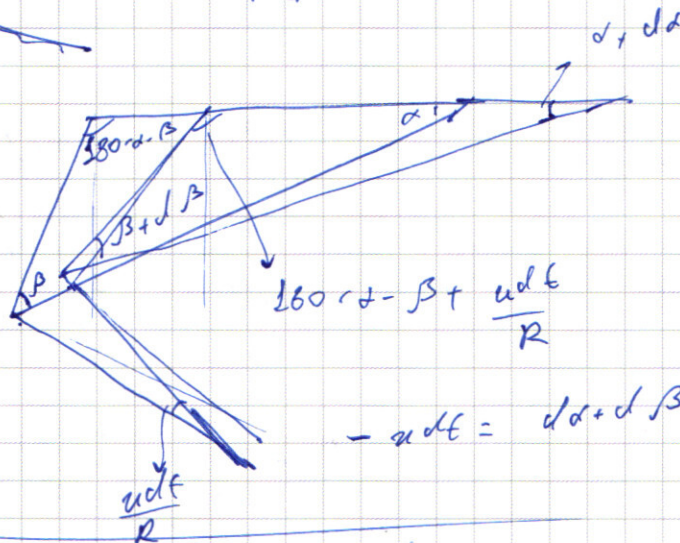
$$u = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$-V \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt} = -u \sin \beta \frac{d\beta}{dt} + \frac{du}{dt} \cos \beta$$

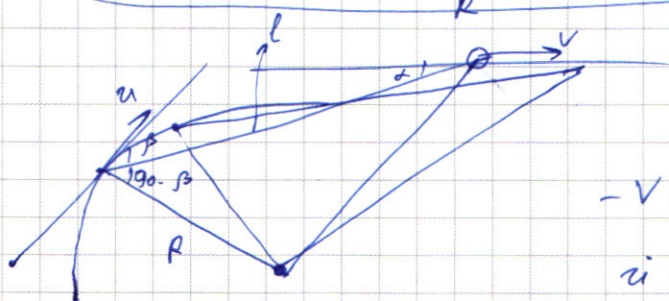
$$\frac{du}{dt} = \frac{u \sin \beta \frac{d\beta}{dt} - v \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt}}{\cos \beta} = \frac{T \cos \beta}{m}$$



~~угол между касательной и радиусом~~



$$-u dt = d\alpha + d\beta$$



$$V \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$-V \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt} = -u \sin \beta \frac{d\beta}{dt} + \frac{du}{dt} \cos \beta$$

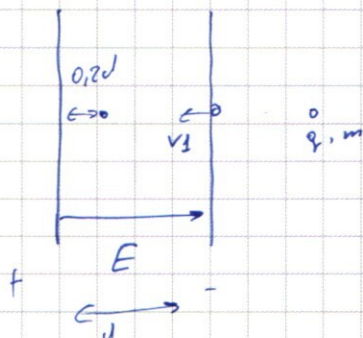
$$u = \frac{u \sin \beta \frac{d\beta}{dt} - v \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt}}{\cos \beta}$$

$$\sin \alpha + \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt} = \frac{(x - \frac{u dt}{R}) (1 + \frac{2u \cos(\alpha + \beta)}{R} \frac{d\beta}{dt}) \sin(\alpha + \beta)}{l}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.

$$E = \frac{u}{d}$$



$$\frac{2025 + 400 + 160 + 16}{100} = \frac{2601}{100}$$

$$\frac{V_1 \cdot T}{2} = 0.8 \text{ J}$$

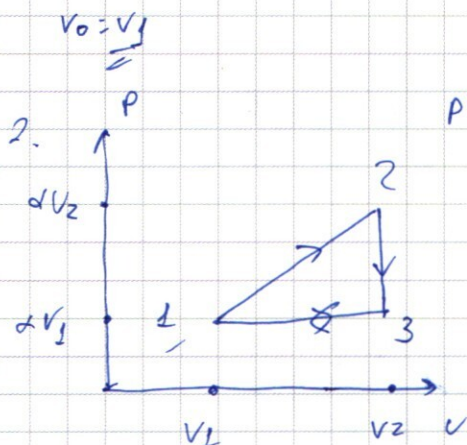
$$T = \frac{1.6 \text{ J}}{V_1}$$

$$\frac{Eq}{m} T = V_1$$

$$E T = V_1$$

$$E = \frac{V_1}{dT} = \frac{V_1^2}{1.6 \text{ J} \cdot d} = \frac{u}{d}$$

$$u = \frac{V_1^2}{1.6 \text{ J}}$$



$$pV = \nu RT$$

2 → 3

$$V = V_2 = \text{const} \Rightarrow A = 0$$

$$\delta Q = dU$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu RT$$

$$U = \frac{3}{2} \nu R dT = 5Q$$

$$C_{23} = \frac{15Q}{2} = \frac{3}{2} \times 10$$

3 → 1

$$P = dV_2 = \text{const} \Rightarrow \delta A = dV_1 dV$$

$$dV_1 V = \nu RT$$

$$\delta Q = dU + dV_1 dV$$

$$dV = \frac{\nu R}{dV_1} dT$$

$$\delta Q = \frac{3}{2} \nu R dT + \frac{\nu R}{dV_1} dV_1 dT = \frac{5}{2} \nu R dT$$

$$2025 + 400 + 160 + 16 =$$

$$= 2425 + 160 + 16 =$$

$$= 2585 + 16 =$$

$$= 2601$$

$$C_{31} = \frac{1}{2} \frac{\delta Q}{\delta T} = \frac{5}{2} R$$

$$C_{23} = \frac{C_{31}}{3} = \frac{5}{3}$$

$$81.25 = \frac{8100}{4} = 2025$$

$$P = \alpha V$$

$$pV = \nu RT$$

$$SQ = \frac{3}{2} \nu R T + p dV = \frac{3}{2} \nu R$$

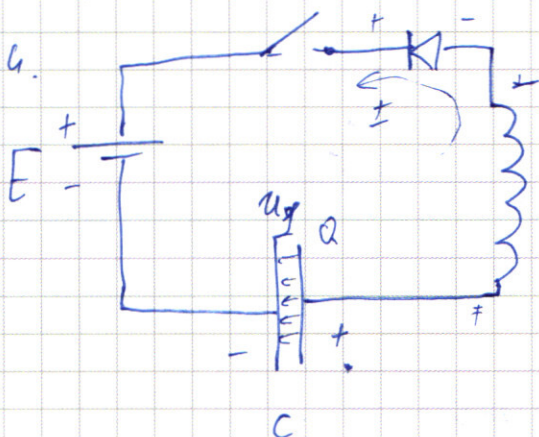
$$I \rightarrow 2$$

$$Q = A + \Delta U = \frac{\alpha V_2 + \alpha V_1}{2} \cdot (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (\alpha V_2 T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{\alpha V_2^2}{\nu R} - \frac{\alpha V_1^2}{\nu R} \right)$$

Q.22:

$$I \left(\frac{2V_2^2 - 2V_1^2}{2} + \frac{3V_1V_2}{2} - \frac{3V_2^2}{2} \right)$$



$$U_0 - E + U_L + L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$L \frac{dI}{dt} = E - U_0 + U_L = 4 \text{ В}$$

$$\frac{dI}{dt}(0) = \frac{4}{0.2} = 20 \frac{\text{A}}{\text{с}}$$

$$\frac{Q}{C} + U_0 - E - L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\frac{-I}{C} - L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$L \ddot{I} = -\frac{I}{C}$$

$$I = A \sin\left(\frac{\omega t}{\sqrt{LC}}\right)$$

$$\dot{I} = \frac{A}{\sqrt{LC}} \cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$$

$$\frac{A}{\sqrt{LC}} = 20 \frac{\text{A}}{\text{с}}$$

$$A = 20 \frac{\text{A}}{\text{с}} \cdot \sqrt{LC}$$

$$= 20 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

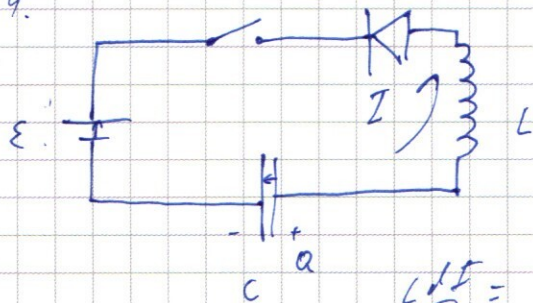
$$LC = 0.2 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-1} = 4 \cdot 10^{-6}$$

$$\sqrt{LC} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

$$\sin \alpha + \cos \alpha d\alpha = \frac{\left(x - \frac{a d t}{r}\right) \sin(\alpha + \beta) \left(1 + \frac{a d t \alpha + \beta}{r} \sqrt{f}\right)^2}{l}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.



$$\sqrt{4 \cdot 10^{-6}} = 2 \cdot 10^{-3}$$



$$U_1 = \frac{Q}{C}$$

$$L \frac{dI}{dt} = \varepsilon + U_{C1} - U_0$$

$$\frac{dI(0)}{dt} = \frac{8V}{0.22s} = 40 \frac{V}{s}$$

$$L \dot{I} = \varepsilon - U_C + \frac{Q}{C}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}} = 0.5 \cdot 10^3$$

$$L \dot{I} = -\frac{I}{C}$$

$$I = A \sin(\omega t)$$

$$\dot{I} = A \omega \cos(\omega t)$$

$$A \omega = \frac{dI(0)}{dt} = 40 \frac{V}{s} \quad A = \frac{40V}{\omega} = \frac{40V}{0.5 \cdot 10^3} = 80 \mu A$$

$$I_{max} = 80 \mu A = A$$

$$\frac{dq}{dt} = -A \sin(\omega t)$$

$$\int_0^{5/\omega} dq = -A \int_0^{5/\omega} \sin \omega t \omega dt = -A \left[-\frac{\cos \omega t}{\omega} \right]_0^{5/\omega} = \frac{A}{\omega} (-1 - 1) = -\frac{2A}{\omega}$$

$$q - CU_1 = -\frac{2A}{\omega}$$

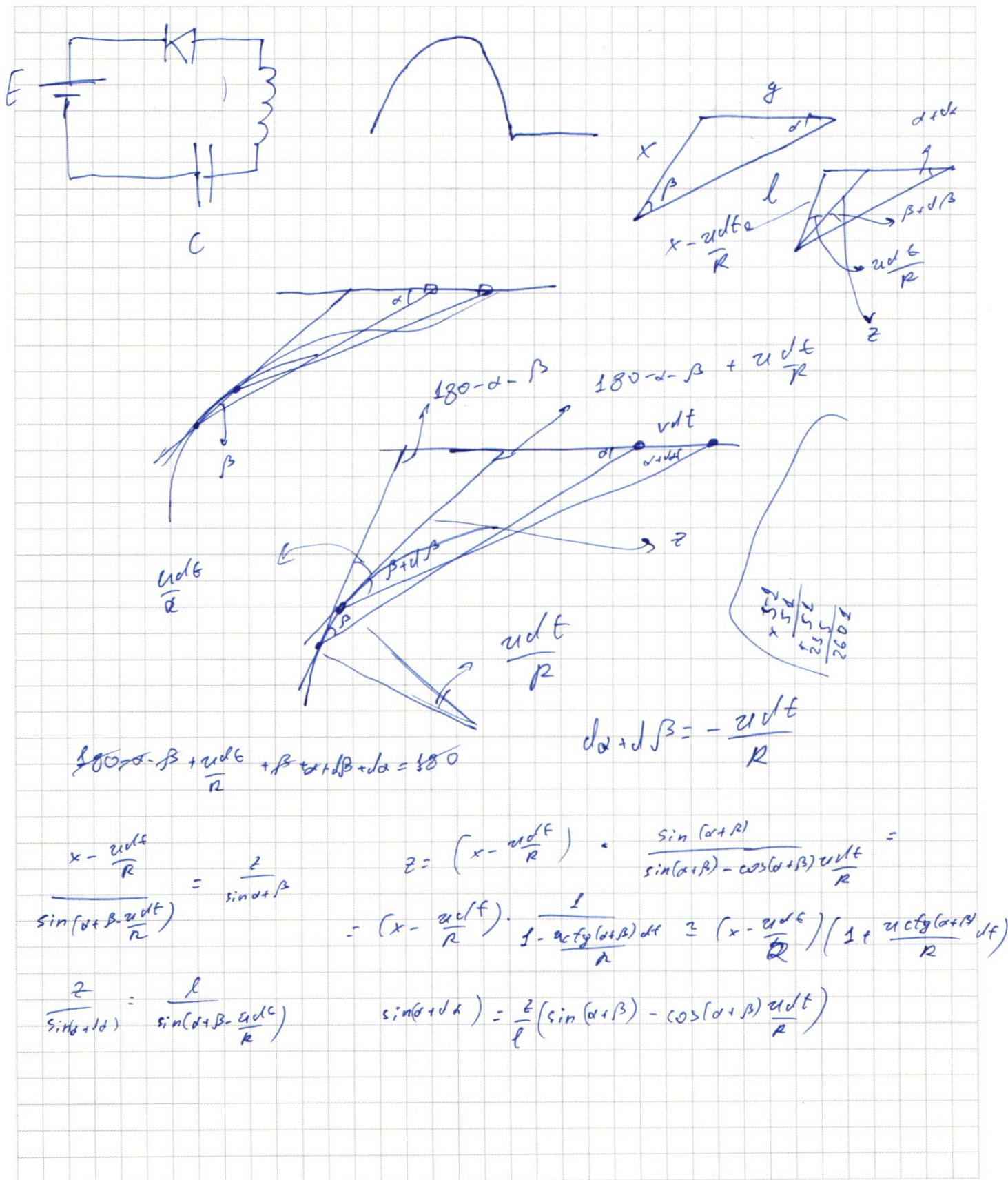
$$q = CU_1 - \frac{2A}{\omega} = 20 \cdot 10^{-6} \cdot 6 - \frac{2 \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{0.5 \cdot 10^3} =$$

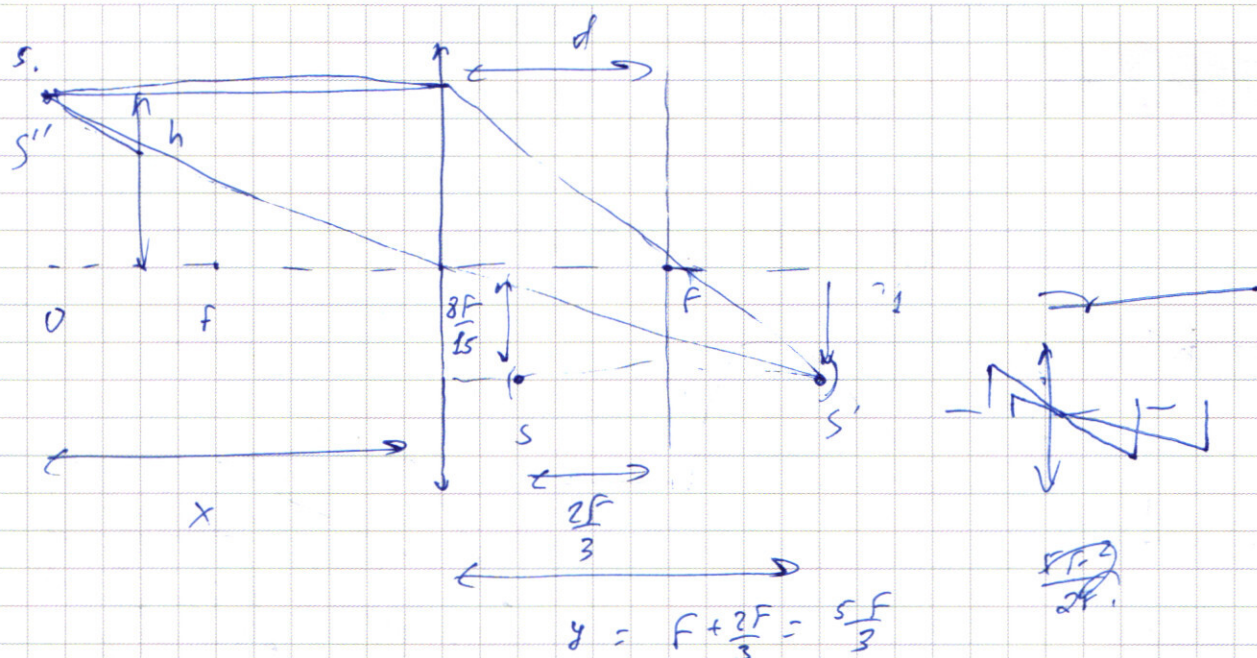
$$= 120 \cdot 10^{-6} - 320 \cdot 10^{-6} = -200 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$U_2 = q/C = \frac{-200 \cdot 10^{-6}}{20 \cdot 10^{-6}} = -10 \text{ В}$$

$$-u_0 + E + \frac{Q}{c}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{f} - \frac{3}{5f} = \frac{2f}{5}$$

$$x = 2,5f$$

$$3 \cdot (2x) :$$

$$y = \frac{f}{3} + 2 \left(4 - \frac{f}{3} \right) = \frac{f + 6d - 2f}{3} = \frac{6d - f}{3}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{f} - \frac{3}{6d-f} = \frac{6d-f-3f}{f(6d-f)} \quad x = \frac{f(6d-f)}{6d-4f}$$

$$\frac{h}{\frac{8f}{15}} = \frac{x}{y} \quad h = \frac{8f}{15} \cdot \frac{f(6d-f)}{6d-4f} \cdot \frac{3}{6d-f} = \frac{24f^2}{15(6d-4f)(6d-f)}$$

$$\frac{f \cdot (12f-f)}{12f-4f} = \frac{11f^2}{8f} = \frac{11}{8} f$$

$$\frac{f \cdot (3f-f)}{3f-4f}$$

$$x = 6f$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{f} - \frac{1}{y}$$

$$x \uparrow \quad y \uparrow$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{y} \uparrow \Rightarrow \frac{1}{x} \uparrow \Rightarrow x \downarrow$$

$$\frac{24f^2}{15(6d-4f)} = \frac{8f^2}{5 \cdot 2(3d-2f)} = \frac{4f^2}{5(3d-2f)}$$