

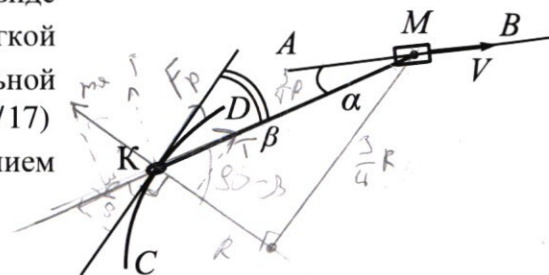
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-03

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

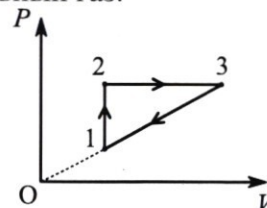
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной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



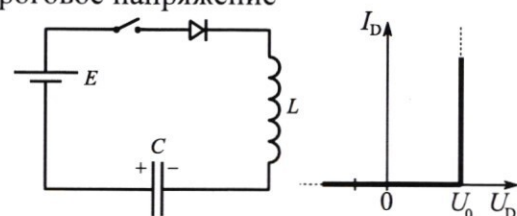
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица 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.

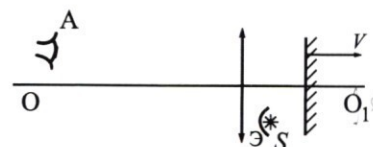
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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

Задача №1

Дано:

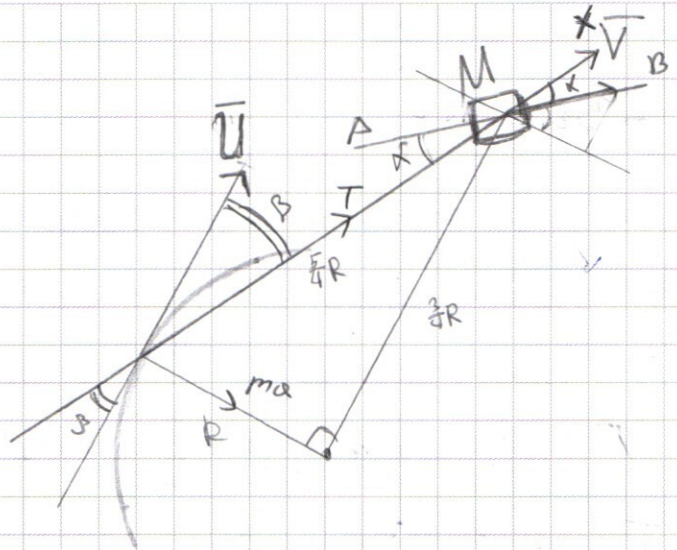
$$V = 34 \text{ см/с}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 0,53 \text{ м}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$



1) $U = ?$ Т.к. кольцо движется по окружности, то её скорость направлена по касательной к дуге CD.

Направим ось X по направлению дуги дуги CD, тогда проекции скоростей U и V должны быть одинаковы.

$$U \cdot \cos \beta = V \cdot \cos \alpha \Rightarrow U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{34 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{3}}{1} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: $50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

2) Пусть система отсчёта будет двигаться относительно земли так, что она будет неподвижна в нашей системе отсчёта.

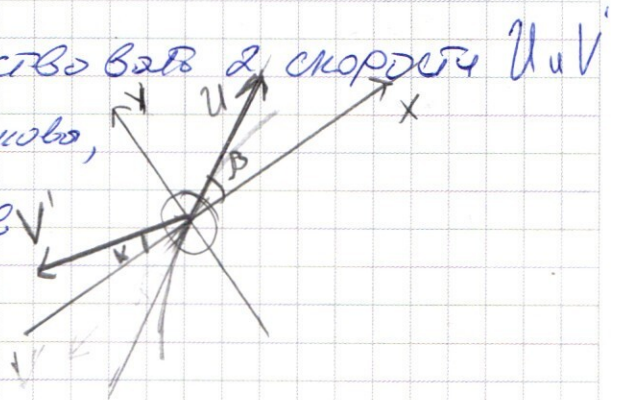
Тогда на кольцо будет действовать 2 скорости U и V'

Т.к. на ось X их скорости одинаковы,

но противоположные по значению,

то на ~~на~~ кольцо имеет только

U скорость.



$$U_x = U \sin \beta + V \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{3}{14}; \cos \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{4}{5}$$

$$U_x = 3 + \frac{2}{14} + 50 \cdot \frac{4}{5} + \frac{34 \cdot 3}{14} = 40 + 16 = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: $56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

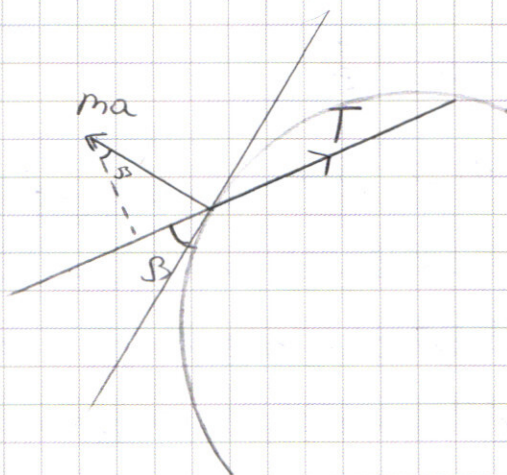
3) T-?

Т.к. на кольцо действуют только 2 силы (α и T), то чтобы шип не повисалось нити, чтобы на $O_6 X$ их проекции были равны.

$$T = m a \sin \beta; \alpha = \frac{v^2}{R}; m = 0,3 \text{ кг}$$

$$T = 0,3 \cdot (0,5)^2 \cdot \frac{4}{0,53 \cdot 5} = \frac{6}{53} \text{ Н}$$

Ответ: $T = \frac{6}{53} \text{ Н}$



Задача №2.

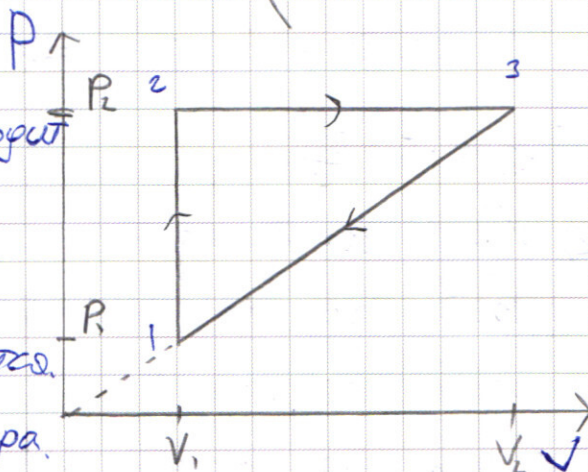
1) Повышение температуры происходит на участках 1-2 и 2-3, т.к. если провести симметрично изотерму, то видно что температура повышается.

$$C_{12} = C_v = \frac{3}{2} R; \text{Т.к. процесс 1-2 изохорный.}$$

$$C_{23} = C_p = \frac{5}{2} R; \text{Т.к. процесс 2-3 изобарный.}$$

$$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \frac{5}{3}$$

Ответ: $\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2) \Delta_{23} = P_2(V_2 - V_1) = P_2 V_2 - P_2 V_1 = \nu R T_3 - \nu R T_2 = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$X = \frac{\Delta U_{23}}{\Delta_{23}} = \frac{3}{2}$$

Ответ: $X = \frac{3}{2}$

$$3) \eta = \frac{A_4}{Q_{\text{подогр}}} ; A_4 = P_2(V_2 - V_1) - \frac{1}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$Q_{\text{подогр}} = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_{12} = C_{12} \Delta T_1 = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_1 - P_1 V_1)$$

$$Q_{23} = C_{23} \Delta T_2 = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} (P_2 V_2 - P_2 V_1)$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} P_2 V_2 - P_2 V_1 + \frac{1}{2} P_1 V_1}{\frac{1}{2} (3 P_2 V_1 - P_1 V_1 + 5 P_2 V_2 - 5 P_2 V_1)}$$

* КПД цикла будет максимальным, когда $V_1 \rightarrow 0$.

Если $V_1 \rightarrow 0$, то $\eta = \frac{\frac{1}{2} P_2 V_2}{\frac{5}{2} P_2 V_2} = \frac{1}{5}$

То есть при $V_1 \rightarrow 0$ работа цикла будет максимальной, а $Q_{\text{подогр}}$ будет минимальной.

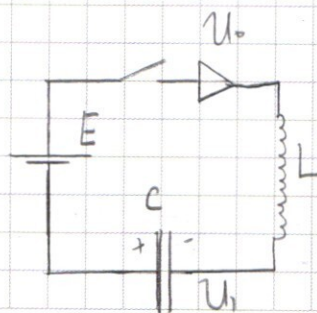
Ответ: $\eta = 20\%$.

Задача №4.

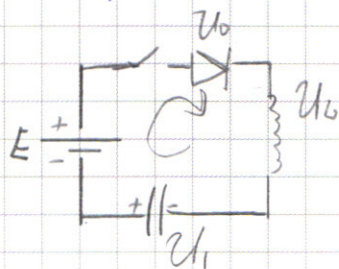
Дано:

$$E = 6 \text{ В}; C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 2 \text{ В}; L = 0,1 \text{ Гн}; U_0 = 1 \text{ В}$$



- 1) Т.к. диод ~~от~~ открывается при U_0 , то на нем в открытом состоянии будет падение напряжения равное U_0 .



$$E + U_C = U_0 + U_L \Rightarrow U_L = E + U_C - U_0 = 7 \text{ В}$$

$$U_L = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{U_L}{L} = 70 \frac{\text{В}}{\text{мГс}} = 70 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

Ответ: $70 \frac{\text{А}}{\text{с}}$

- 2) При максимальном токе напряжение на катушке равно нулю.

$E = U_0 + U'_1 \Rightarrow U'_1 = 5 \text{ В}$ (напряжение на конденсаторе при $\max I$).

$Q = C U_1 + C U'_1 = C(U_1 + U'_1)$ - заряд прошедший через источник тока

$$\Delta U_{\text{ист}} = \Delta U_L + \Delta U_C$$

$$\Delta U_{\text{ист}} \Rightarrow E \cdot Q: \Delta U_L = \frac{C U_1'^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} = \frac{C}{2} (U_1'^2 - U_1^2)$$

$$\Delta U_L = \frac{L I_{\max}^2}{2}$$

$$\Delta U_L = \Delta U_{\text{ист}} - \Delta U_C = E C (U_1 + U'_1) - \frac{C}{2} (U_1'^2 - U_1^2) = 42 \cdot 40 \cdot 10^{-6} - 25 \cdot 10^{-6} \cdot 21 =$$

$$= 2 \cdot 10^{-6} (42 \cdot 21 - 25 \cdot 21 \cdot 10^{-6}) = 3 \cdot 20 \cdot 21 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$$

$$I_{\max}^2 = \frac{2 \cdot 3 \cdot 20 \cdot 21 \cdot 10^{-6}}{0,1} = 400 \cdot 63 \cdot 10^{-6} = 400 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 10^{-6} \text{ А}^2$$

$$I_{\max} = 20 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{7} = 60 \sqrt{7} \cdot 10^3 \text{ А}$$

$$3) \Delta U_L = \Delta U_C = \frac{U_x^2 C}{2} - \frac{U_1^2 C}{2} \Rightarrow \frac{U_x^2 C}{2} = \Delta U_L + \frac{U_1^2 C}{2}$$

$$\frac{\Delta U_x^2 C}{2} = 3 \cdot 20 \cdot 21 \cdot 10^{-6} + 25 \cdot 10^{-6} = 1260 \cdot 10^{-6} + 250 \cdot 10^{-6} = 1510 \cdot 10^{-6}$$

$$U_x = \sqrt{\frac{1510}{2}} \text{ В} = \sqrt{755} \text{ В} \approx 27,5 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5

1) S'' — это изображение источника Θ зеркала.

$d_2 = \frac{5}{4}F$ — расстояние от
линзы до S'' .

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 = 5F$$

$f_2 = 5F$ — расстояние от изображения до линзы.

Ответ: $5F$

2) перемещение предмета будет вдоль прямой AB ,
заметим угол $\alpha = \frac{\frac{3}{4}F}{F} = \frac{3}{4}$

Ответ: $\tan \alpha = \frac{3}{4}$

3) скорость изображения S'' равна $2V$.

$$\Gamma = \frac{f_2}{d_2} = \frac{5F}{\frac{5}{4}F} = 4$$

$$U = \Gamma^2 \cdot 2V = 32V$$

Ответ: $32V$

УЗ) - задание
 ДТ-!

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \gamma E_0$$

$$\begin{cases} a\tau = V, \\ \frac{a\tau^2}{2} = 0,7d \end{cases} \quad ; \tau - \text{время за которое} \\ \text{частица вошла в} \\ \text{конденсатор}$$

$$a = \frac{V^2}{1,4d}$$

$d = 0,2d$ - расстояние пройденное частицей

$$\frac{a\tau^2}{2} = d$$

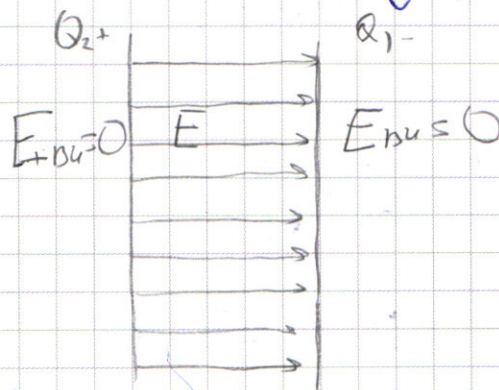
$$\frac{V^2}{1,4d \cdot 2} = 0,2d \Rightarrow \tau^2 = 0,56 \frac{d}{V^2} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{14,4 d^2}{100 V^2}} = \frac{2}{5} \frac{d}{V} \sqrt{14}$$

Ответ: $\frac{2}{5} \frac{d}{V} \sqrt{14}$.

3) Скорость $V_2 = V$, т.к. вне конденсатора на частицу не действуют другие ^{электростатические} поля ~~и~~ создаваемого обкладками конденсатора.

$$\begin{aligned} 2) q\Delta\varphi &= \frac{mV^2}{2} \\ q \cdot 0,7d \cdot E_0 &= \frac{mV^2}{2} \\ \gamma \cdot 0,7d E_0 &= \frac{V^2}{2} \Rightarrow E_0 = \frac{V^2}{1,4d\gamma} \end{aligned}$$

$V_1 \leftarrow$



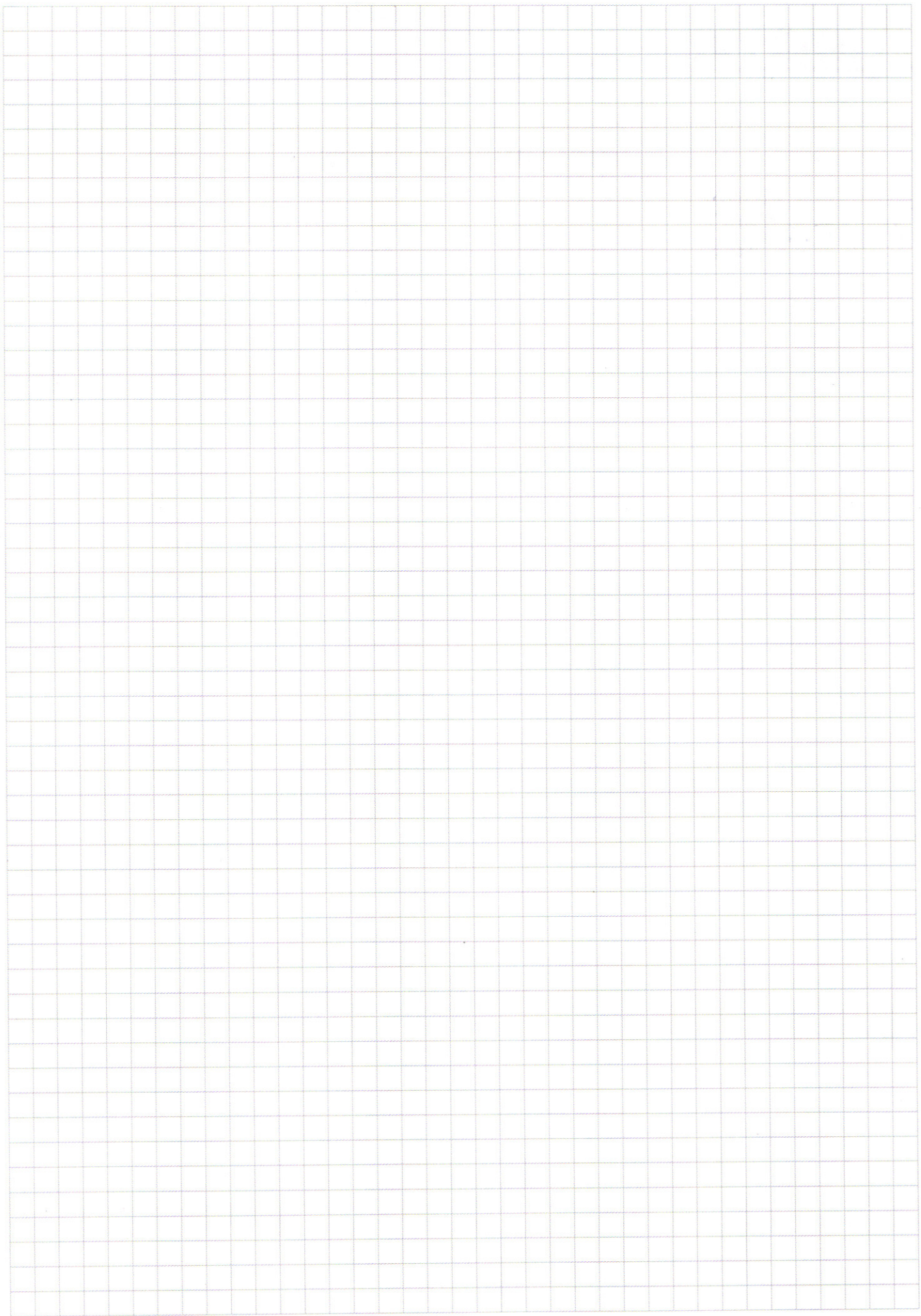
Т.к. пластина создает половину напряженности конденсатора, то $E = \frac{E_0}{2}$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{Q}{S\epsilon_0} = \frac{E_0}{2} \Rightarrow Q = \frac{E_0 S \epsilon_0}{2} = \frac{V^2 S \epsilon_0}{1,4 \cdot 2 \cdot d \gamma} = \frac{V^2 S \epsilon_0}{2,8 d \gamma}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: $\frac{VSE}{2,828}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$F = qE \quad ; \quad a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{1}{2} E$$

$$Q T = V_1 \Rightarrow T = \frac{V_1}{Q}$$

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

$$\frac{\alpha V_1^2}{2\alpha^2} = 0,74$$

$$V_1^2 = 1,4 \text{ m/s} \Rightarrow a = \frac{V_1^2}{1,4 \text{ m}}$$

$$\frac{\Delta T^2}{2} = 0.24$$

$$\frac{V_1^2 T_1^2}{1.4 d} = 9.4 d$$

$$v_1^2 r^2 = 0,56 \sqrt^2 \Rightarrow T = \sqrt{\frac{14,4 \text{ s}^2}{100 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \frac{2}{5} \frac{\text{s}}{\sqrt{10}}$$

$$2) \quad a = \frac{V_1^2}{\rho h_1} ; a = \gamma E \Rightarrow E = \frac{V_1^2}{\gamma \rho h_1}$$

$$E \approx \frac{Q}{25 \text{ e}}$$

$$\mathbb{Q} \subseteq \mathbb{E} \subseteq \mathbb{R}$$
$$\mathbb{C} \cup \mathbb{Q}$$

Q4 ≤ 10

$$U = Ed$$

$$Q = E \cdot A \cdot \cos \theta$$

$$0.7 \rho E \frac{V_1^2}{2}$$

$$q \Delta \phi = \frac{\Delta m v^2}{2}$$

$$D = \frac{E}{Q}$$

$$Q = \frac{102}{R}$$

$$\begin{array}{r} 56 \overline{) 28} \\ 28 \overline{) 14} \\ 14 \overline{) 7} \end{array}$$

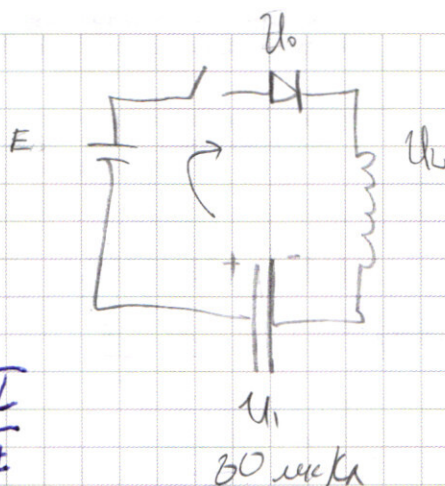
14.4

12/12

$$\psi_0 = 0$$

$E = 6B$
 $C = 40 \mu F$
 $U_1 = 2B$
 $L = 0,1 H$
 $U_0 = 1B$

$B \cdot (2 + 5)$
 $6 \cdot 7 = 42$



$25 - 4 = 21$

$\frac{6}{17} V = U$

1) $U_L = L \frac{dI}{dt}$

30 мкА

$$\begin{array}{r} 280 \\ 6 \\ \hline 480 \\ 12 \\ \hline 1680 \end{array}$$

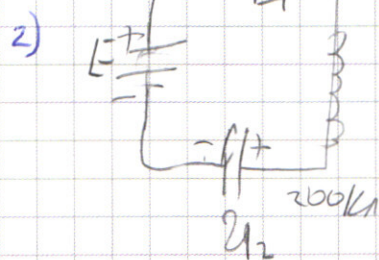
$\sin \alpha = \frac{8}{17}$

$\sin \alpha \cdot V \cdot \frac{3}{4} R = U_R$

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

$\frac{7B}{0,1} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{7}{0,1} = 70 \frac{B}{H} = \frac{A}{C}$

$$\begin{array}{r} 1680 \\ - 580 \\ \hline 1100 \end{array}$$



$8 \quad 63 \cdot 20$

$$\Delta Q_c = \frac{U_2^2 C}{2} - \frac{U_1^2 C}{2} = \frac{25^2}{2} \cdot 40 - \frac{4^2}{2} \cdot 40 = 580 \text{ мкФ}$$

$E = U_0 + U_2 \Rightarrow U_2 = 5B$

$\Delta Q_c = \Delta E_c + \Delta E_L$

$Q_c = U_1 C + U_2 C = 7 \cdot 40 = 280 \text{ мкФ}$

$E(U_1 C + U_2 C) = \Delta E_c + \Delta E_L$

$6 \cdot 280 = 580 + \Delta E_L$

$1100 = \Delta E_L$

$11000 = \frac{B \pi I^2}{2}$

$5500 = I^2 \cdot 2$

$5500 \cdot 10^5 = I^2$

$\frac{55}{11} \sqrt{5}$

$10 \sqrt{55} \sqrt{5} \sqrt{5}$

$\frac{25}{2} \cdot 20 \cdot 10^5 \cdot 10 \sqrt{55} \cdot 10^3 A$

60

$$\begin{array}{r} 21 \\ 6 \\ \hline 126 \end{array}$$

1260

$\Delta E_c = \Delta E_L \Rightarrow \frac{C U_1^2}{2} - \frac{C U_2^2}{2} = 1100$

$$\begin{array}{r} 30/4 \\ 20/4 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1260 \\ + 250 \\ \hline 1510 \end{array}$$

$\frac{C U_2^2}{2} = 1100 + \frac{2 \cdot 25 \cdot 25}{2} = 1600$

$U_2 = \frac{2000}{40} = 50 \quad U_2 = 4 \sqrt{5} B$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\cos \beta U = \cos \alpha V$$

$$\frac{2}{5} U = \frac{15}{17} \cdot 34$$

$$\frac{2}{5} U = 80$$

1) $U = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

2) $\cos \alpha = \frac{15}{17}$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2} = \sqrt{\frac{64}{289}} = \frac{8}{17}$$

~~$U' = \cos \beta U$~~

$$U' = U \sin \beta + V \sin \alpha = 50 \cdot \frac{8}{17} + 34 \cdot \frac{7}{17} = \frac{400}{17} + \frac{238}{17} = \frac{638}{17} = 37.53 \text{ см/с}$$

3) $\cos \beta T = ma = m \frac{V^2}{R}$

$$\frac{2}{5} T = 0,3 \cdot \frac{0,25}{0,53}$$

$$\frac{T}{5} = 0,1 \cdot \frac{25}{53}$$

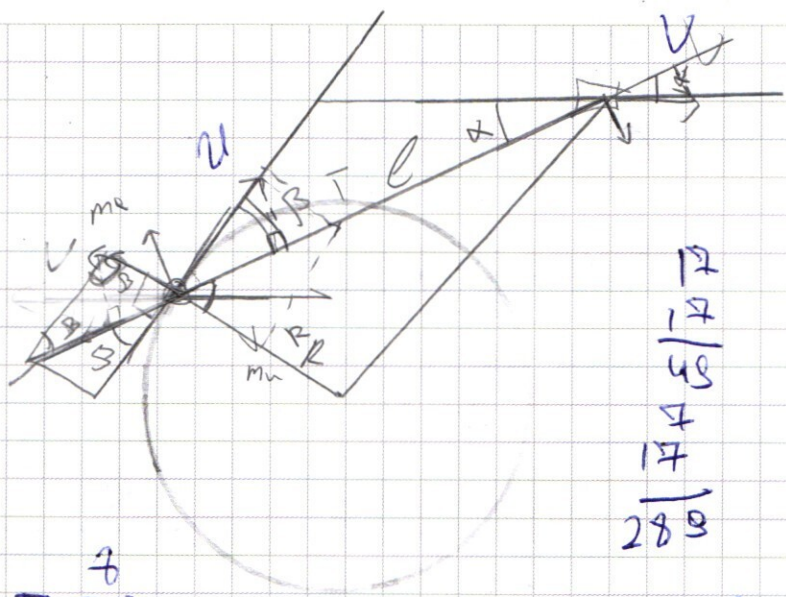
$$\sin \beta T = ma$$

$$\sin \beta ma = T$$

$$\frac{4}{5} \cdot 0,3 \cdot \frac{0,25}{0,53} = T$$

$$ma^2 = \sin \beta T$$

$$0,3 \cdot \frac{0,25}{0,53} = \frac{4}{5} T$$



$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 48 \\ 7 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$225$$

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

$$\begin{array}{r} 53 \\ 5 \\ \hline 15 \\ 25 \\ \hline 265 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 265 \overline{) 4} \\ 24 \\ \hline 15 \\ 12 \\ \hline 30 \end{array}$$

N2

$$1) \frac{C_p}{V_L} = \frac{\frac{5}{2}}{\frac{3}{2}} = \left(\frac{5}{3}\right)$$

$$2) \frac{\Delta U}{A} = \frac{\frac{3}{2} \Delta T}{\Delta T} = \left(\frac{3}{2}\right)$$

$$3) Q_{подогр} = \frac{3}{2} \Delta R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{подогр2} = \frac{5}{2} \Delta R (T_3 - T_2)$$

$$Q_{от} = 2 \Delta R (T_3 - T_1)$$

$$\eta = \frac{Q_{подогр} - Q_{от}}{Q_{подогр}} = 1 - \frac{2 \Delta R (T_3 - T_1)}{\frac{3}{2} T_2 - T_1 + \frac{5}{2} T_3 - \frac{3}{2} T_2} = \frac{4 T_3 - 4 T_1}{3 T_2 - T_1 + 5 T_3 - 5 T_2} = \frac{4 T_3 - 4 T_1}{5 T_3 - 3 T_2 - T_1}$$

$$\Delta = (P_2 - P_1)(V_2 - V_1)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_{подогр} = \frac{3}{2} (P_2 - P_1) V_1$$

$$Q_{подогр2} = \frac{5}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$\Delta = P_2 (V_2 - V_1) - \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$Q = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + 5 (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$V_1 = 0$$

$$\frac{E^2}{2 \epsilon_0} = w \quad \Delta = P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_2 V_2 = \frac{1}{2} P_2 V_2$$

$$Q = \frac{5}{2} P_2 V_2$$

$$\eta = \frac{1}{5}$$

$$\begin{aligned} A &= U Q \\ A &= q E E \\ U &= \Delta \phi \end{aligned}$$

$$U = q \cdot \Delta \phi \cdot E$$

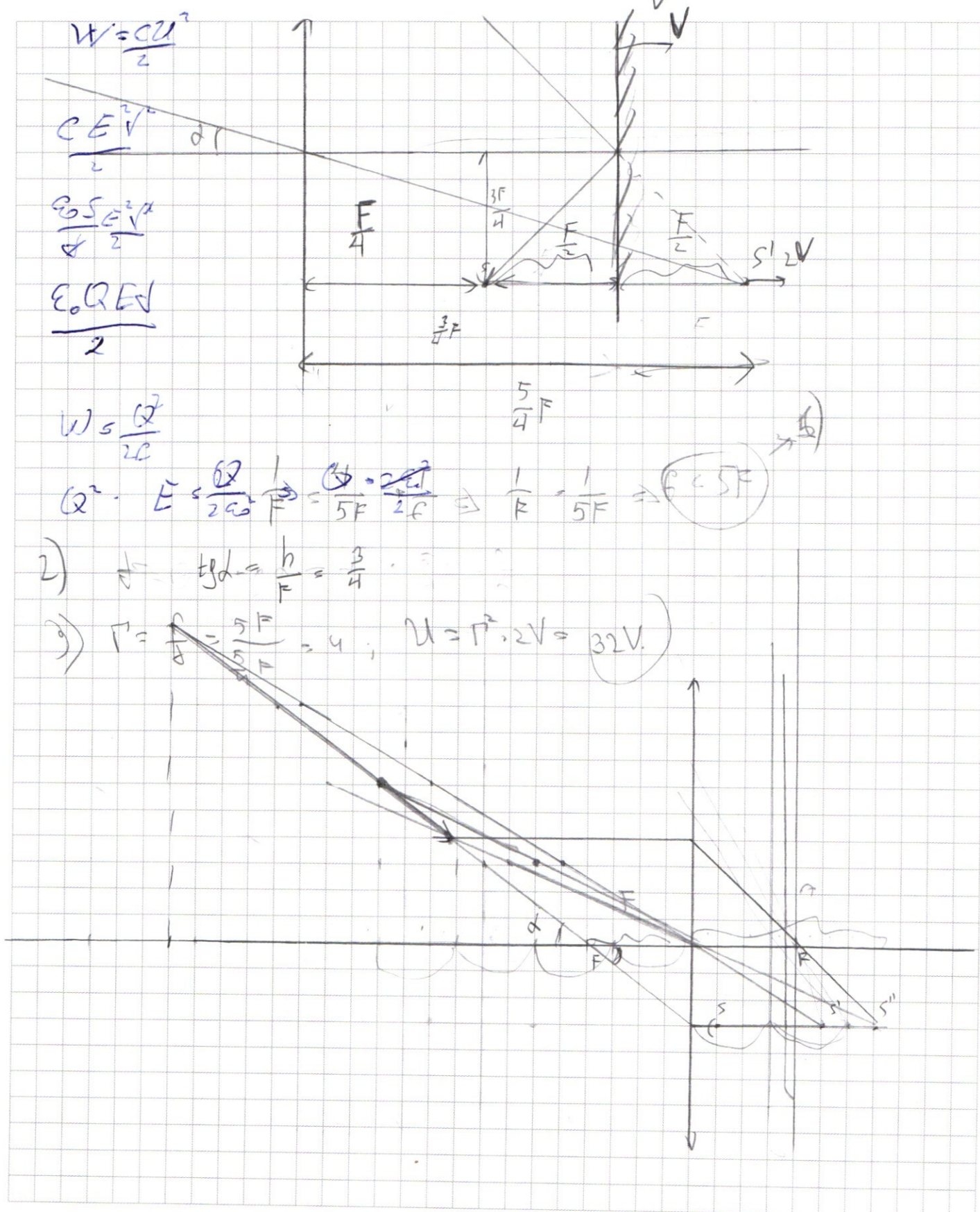
$$q \cdot \Delta \phi \cdot E = \frac{m v^2}{2}$$

$$\begin{aligned} E \Delta \phi &= U \\ U \Delta \phi &= Q \end{aligned}$$

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

$$\frac{Q}{\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{Q^2}{\epsilon_0^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Q = 2E\epsilon_0$$

$$W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{4E^2\epsilon_0^2}{2C} = \frac{2E^2\epsilon_0^2}{C} = \frac{2E^2\epsilon_0^2}{5R}$$

$$Q = UC = E\epsilon_0 \cdot \frac{55}{8}$$

$$W = \frac{1}{2} Q \Delta \varphi$$

$$0.3 \cdot \frac{0.25}{0.53} = \frac{4}{8}$$

$$\frac{0.05}{0.53} = \frac{B}{53}$$

$$\frac{25}{16} R^2 R^2 = \frac{25-16}{16} = \frac{9}{16}$$

$$L = \frac{25}{4} R^2 + R^2 - \frac{8}{5} R^2 \cdot \frac{4}{5} = \frac{25}{4} R^2 - R^2 = \frac{21}{4} R^2$$

$$2 + 5 = 7$$

$$\Delta U = \frac{Q^2}{2}$$

$$\Delta U = \frac{Q^2}{2}$$

$$25 - 4 = 21 \cdot 20$$

$$1760$$

$$\begin{array}{r} 1760 \\ 16 \overline{) 1760} \\ \underline{1600} \\ 160 \\ 16 \overline{) 160} \\ \underline{160} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} +Q \\ -Q \\ + \\ - \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 360 \\ 2 \overline{) 360} \\ \underline{340} \\ 20 \\ 2 \overline{) 20} \\ \underline{20} \\ 0 \end{array}$$