

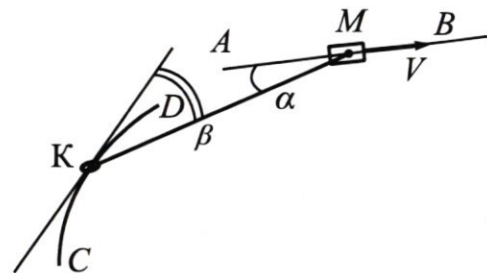
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-04

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



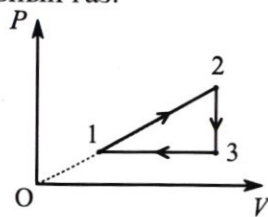
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа 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. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки. Система в вакууме.

1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.

2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?

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.

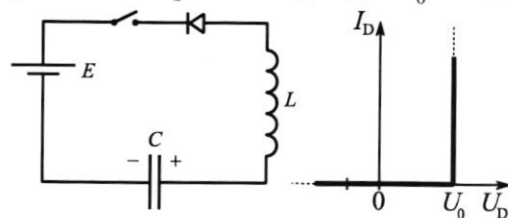
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.

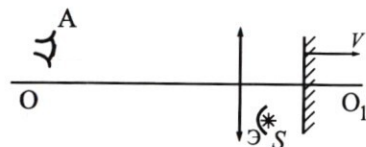


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ от линзы.

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

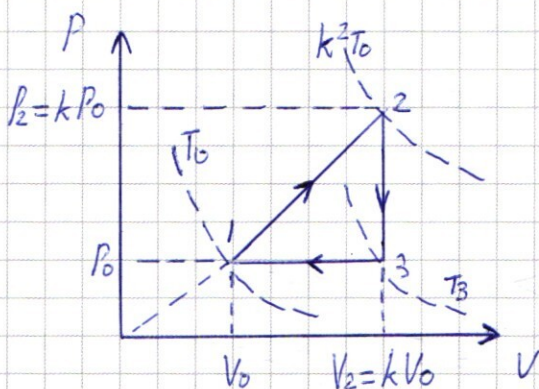
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2.



1) Процесс 1-2

$$P = 2V, \text{ где } 2 = \text{const}$$

Пусть в состоянии 1 давление равно P_0 , объём V_0 , температура T_0 . $P_0 V_0 = \nu R T_0$, где ν - моль газа

Если в процессе 1-2 давление

увеличилось в k раз, то объём также увеличился в k раз

$$P_2 = kP_0 \text{ и } V_2 = kV_0 \Rightarrow kP_0 \cdot kV_0 = \nu R T_2 = \nu R (k^2 T_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{температура увеличилась в } k^2 \text{ раз, } T_2 = k^2 T_0$$

2) Рассмотрим процесс 1-2

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 2 \nu R T_0 (k^2 - 1) > 0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R (k^2 T_0 - T_0) = \frac{3}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1)$$

$$A_{12} = + S_{\text{трапеция}} = \frac{1}{2} (P_0 + kP_0) (kV_0 - V_0) = \frac{1}{2} P_0 V_0 (k+1)(k-1) = \frac{1}{2} P_0 V_0 (k^2 - 1) = \frac{1}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1)$$

3) Рассмотрим процесс 2-3

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - k^2 T_0) < 0$$

$$A_{23} = 0, \text{ т.к. } \Delta V_{23} = 0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - k^2 T_0)$$

4) Рассмотрим процесс 3-1

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = P_0 V_0 (1 - k) + \frac{3}{2} \nu R (T_0 - T_3) < 0$$

$$A_{31} = P_0 (V_0 - kV_0) = P_0 V_0 (1 - k), \quad \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_0 - T_3)$$

5) У пунктов 3 и 4

$$\cancel{\Delta U_{23}} = \cancel{\frac{3}{2} VR} \cdot Q_{23} = \frac{3}{2} VR(T_3 - k^2 T_0) = C_{23} V(T_3 - k^2 T_0) \Rightarrow C_{23} = \frac{3}{2} R$$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} VR(T_3 - k^2 T_0) < 0 \Rightarrow$ в процессе 2-3 понижалась температура газа

C_{23} - молярная теплоёмкость газа в процессе 2-3

$$\bullet Q_{31} = P_0 V_0 (1 - k) + \frac{3}{2} VR(T_0 - T_3) = C_{31} V(T_0 - T_3)$$

$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} VR(T_0 - T_3) < 0 \Rightarrow$ в процессе 3-1 понижалась температура газа

$$P_0 V_0 = VR T_0$$

$$P_0 k V_0 = VR T_3$$

$$\Rightarrow P_0 V_0 (1 - k) = VR(T_0 - T_3) \Rightarrow Q_{31} = VR(T_0 - T_3) + \frac{3}{2} VR(T_0 - T_3) = \frac{5}{2} VR(T_0 - T_3)$$

$$C_{31} = \frac{Q_{31}}{V(T_0 - T_3)} = \frac{5}{2} R - \text{молярная теплоёмкость в процессе 3-1}$$

$$\bullet \frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5}$$

6) У пункта 2

$$Q_{12} = 2 VR T_0 (k^2 - 1), \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} VR T_0 (k^2 - 1) = \frac{3}{4} Q_{12}, \quad A_{12} = \frac{1}{2} VR T_0 (k^2 - 1) = \frac{Q_{12}}{4}$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{4} Q_{12}}{\frac{1}{4} Q_{12}} = 3$$

$$7) \eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = \frac{\frac{1}{2} VR T_0 (k-1)^2}{2 VR T_0 (k^2 - 1)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{k-1}{k+1}$$

$$A_{\Sigma} = +S_{\text{графика}} = \frac{1}{2} P_0 (k-1) V_0 (k-1) = \frac{1}{2} P_0 V_0 (k-1)^2 = \frac{1}{2} VR T_0 (k-1)^2$$

$$Q_H = Q_{12} = 2 VR T_0 (k^2 - 1)$$

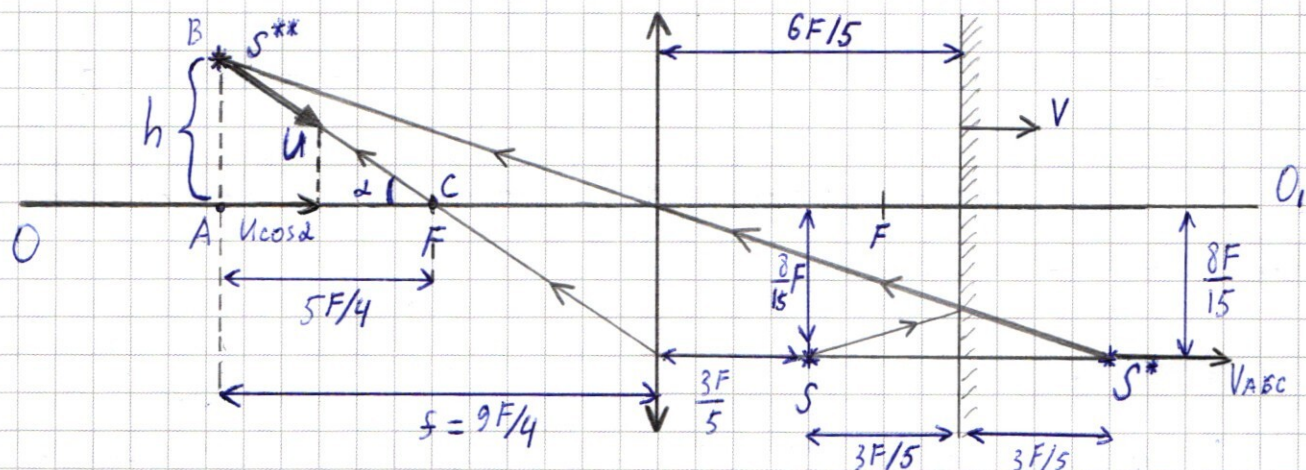
$$\eta = \frac{1}{4} \cdot \frac{k-1}{k+1} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1 - \frac{1}{k}}{1 + \frac{1}{k}}$$

если k будет очень большим то КПД цикла стремится к величине $\eta = \frac{1}{4} \cdot \frac{1-0}{1+0} = \frac{1}{4} = 25\%$

Ответ: 1) $C_{23}/C_{31} = 3/5$ 2) $\Delta U_{12}/A_{12} = 3$ 3) $\eta_{\text{max}} = \frac{1}{4} = 25\%$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5.



1) Расстояние от источника S до зеркала равно $\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{3F}{5}$.

Изображение S^* источника S в зеркале ~~находится~~ находится на расстоянии $d = \frac{3F}{5} + \frac{3F}{5} + \frac{3F}{5} = \frac{9F}{5}$ от линзы.

2) S^* - является действительным предметом для линзы
 $d > F \Rightarrow$ Изображение S^{**} предмета S^* в линзе будет действительным.

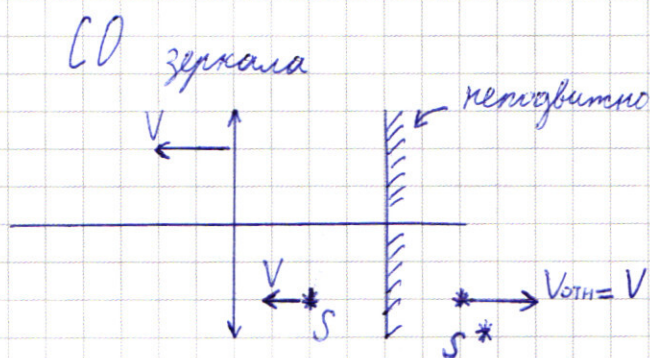
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{s} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{5}{9F} + \frac{1}{s} \Rightarrow \frac{1}{s} = \frac{4}{9F} \Rightarrow \underline{s = \frac{9F}{4}}$$

$$3) \Gamma = \frac{s}{d} = \frac{9F}{4} \cdot \frac{5}{9F} = \frac{5}{4} \quad \text{и} \quad \Gamma = \frac{h}{8F/15} \Rightarrow \frac{h}{8F/15} = \frac{5}{4} \Rightarrow$$

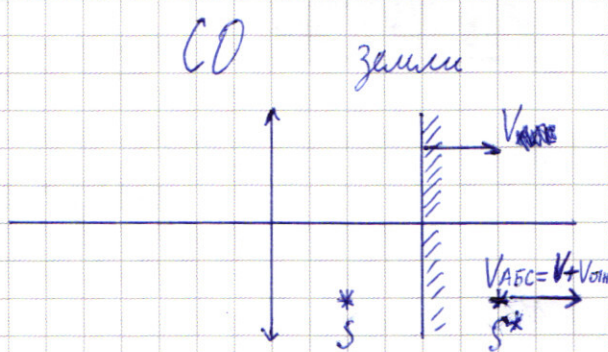
$$\Rightarrow h = \frac{5}{4} \cdot \frac{8}{15} F = \frac{2}{3} F$$

$$4) \triangle BAC, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{s-F} = \frac{\frac{2}{3} F}{\frac{5}{4} F} = \underline{\underline{\frac{8}{15}}}$$

5) Рассмотрим систему в CO зеркала и CO земли



$$V_{отн} = V$$



$$V_{АБС} = V + V_{отн} = 2V$$

Относительно земли скорость S^* равна $2V$ и направлена горизонтально вправо.

6) Скорость S^{**} равна U , её горизонтальная составляющая равна $U_{||} = U \cos \alpha$

$$U_{||} = \Gamma^2 \cdot 2V = \frac{25}{16} \cdot 2V = \frac{25}{8} V$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}, \quad \cos \alpha = \frac{15}{17} \Rightarrow U \cdot \frac{15}{17} = \frac{25}{8} V \Rightarrow U = \frac{17 \cdot 25}{15 \cdot 8} V = \underline{\underline{\frac{85}{24} V}}$$

Ответ: 1) $f = \frac{9F}{4}$

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

3) $U = \frac{85}{24} V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4.

$$E = 6 \text{ В}$$

$$C = 10 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 9 \text{ В}$$

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$I' = ?$$

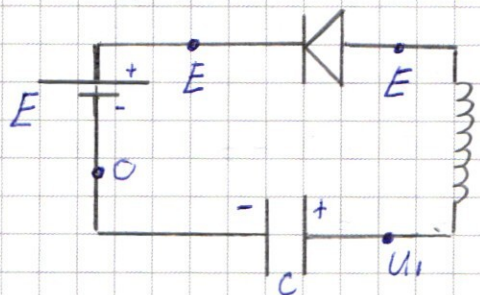
$$I_{\text{max}} = ?$$

$$U_2 = ?$$

1) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа.
Заряд на конденсаторе скачком не изменится, т.к.
 $C = \text{const} \Rightarrow$ напряжение скачком не изменится
 $U_C(0) = U_1$

Ток на катушке скачком не изменится, т.к.
резко не изменится магнитный поток и $L = \text{const}$
 $I_L(0) = 0 \Rightarrow$ тока в цепи нет.

Используем метод узловых потенциалов.



т.к. тока в цепи нет $\Rightarrow U_0 = 0$, т.к.

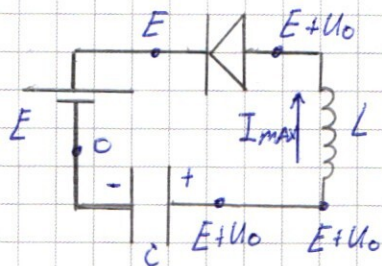
$$I_0 = 0$$

$$U_L = U_1 - E = L \frac{dI}{dt} \text{ - напряжение на катушке.}$$

$$I' = \frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - E}{L} = \frac{9 - 6}{0,4} = \frac{30}{4} = 7,5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) Рассмотрим цепь в момент τ , когда $I_L(\tau) = I_{\text{max}}$.

$$U_L = \frac{dI}{dt} L = 0, \text{ т.к. } I_L = I_{\text{max}}$$



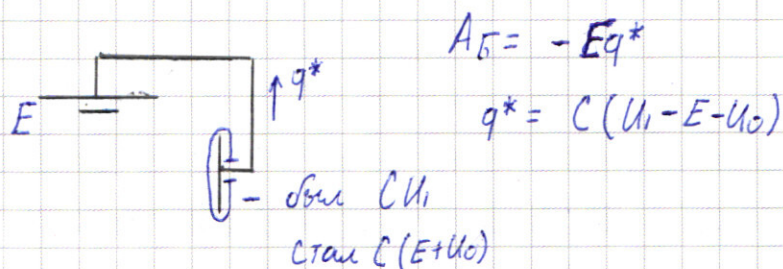
т.к. $U_1 > E$, то ток через катушку будет
теперь вверх. Диод открыт.

Используем метод узловых потенциалов
 $U_C(\tau) = E + U_0$

3) Рассмотрим процесс от $t=0$ до $t=\tau$

$$A_B = \Delta W + Q = \Delta W = W(\tau) - W(0)$$

$$Q=0$$



$$W_{\text{начальная}} = W(0) = \frac{C}{2} U_1^2, \quad W_{\text{конечная}} = \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} + \frac{C}{2} (E + U_0)^2 = W(\tau)$$

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

$$\cancel{+ \frac{C}{2} U_1^2} - E C (U_1 - E - U_0) = \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} + \frac{C}{2} (E + U_0 + U_1) (E + U_0 - U_1)$$

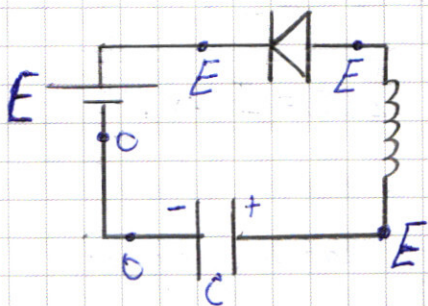
$$\cancel{\frac{L I_{\text{max}}^2}{2} = \frac{C}{2} (U_1 - E - U_0) (U_1 - U_0 + E)} \quad \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} = \frac{C}{2} (U_1 - U_0 - E) (U_0 + U_1 - E)$$

$$I_{\text{max}}^2 = \frac{C}{L} (U_1 - U_0 - E) (U_0 + U_1 - E) \Rightarrow I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{C}{L} (U_1 - U_0 - E) (U_0 + U_1 - E)}$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{10 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{5}{2} \cdot 2 \cdot 4} = \sqrt{10^{-6} \cdot 200} = 10 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{2} = \underline{\underline{1,4 \text{ } \mu\text{A}}}$$

4) Рассмотрим установившееся состояние. $U_L(t_{\text{уст.}}) = 0$

$I_C(t_{\text{уст.}}) = 0$ - ток через конденсатор не течёт $\Rightarrow$ тока в цепи нет. Ток нет в цепи $\Rightarrow I_D = 0 \Rightarrow U_0 = 0$



Используем метод узловых потенциалов

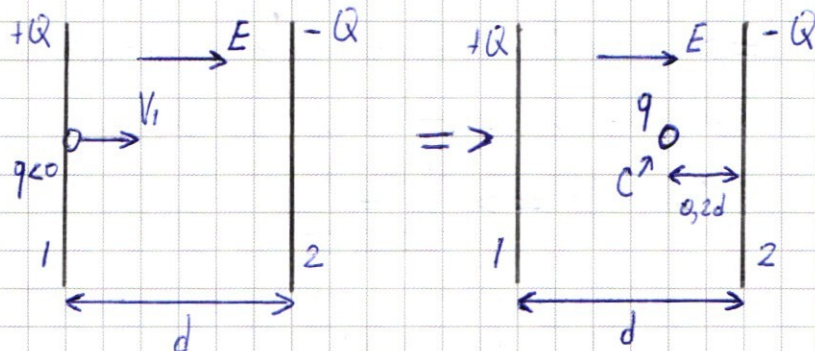
$$U_2 = U_C(t_{\text{уст.}}) = \underline{\underline{E = 6 \text{ В}}}$$

ОТВЕТ: 3) $U_2 = E = 6 \text{ В}$

~~1) $\frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - E}{L} = 4,5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$~~ 2) $I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{C}{L} (U_1 - U_0 - E) (U_0 + U_1 - E)} \approx 1,4 \text{ мА}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.



1) Пусть заряды обкладок равны $+Q$ и $-Q$

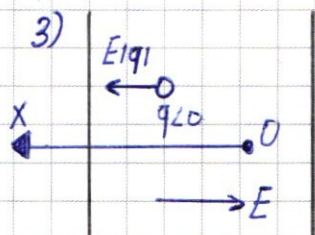
2) ЗСЭ для частицы: $\frac{mV_1^2}{2} = |q|(\varphi_1 - \varphi_2)$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 0,8d \cdot E = 0,8U$$

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

$$\Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = |q| \cdot 0,8U = \frac{4}{5} |q|U$$

$$\frac{|q|}{m} = \frac{V_1^2}{2 \cdot 9U} \cdot 5 = \frac{5V_1^2}{8U}$$



2 ЗН: $x: F_{\Sigma} = \max \Rightarrow a_x = \frac{F_{\Sigma}}{m} = \frac{E|q|}{m}$

$$-\frac{4}{5}d = -V_1 t_1 + \frac{a_x t_1^2}{2} \Rightarrow t_1^2 - \frac{2V_1}{a_x} t_1 + \frac{8d}{5a_x} = 0$$

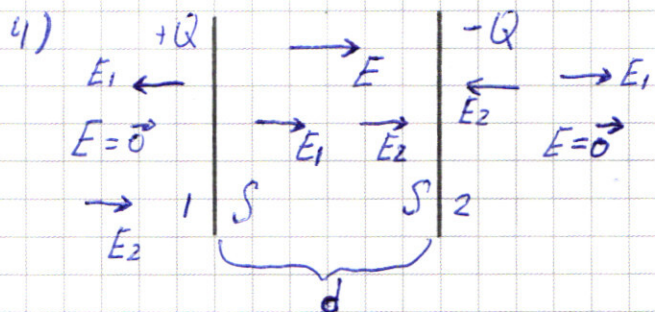
Но также $-\frac{4}{5}d = 0 - \frac{a_x t_1^2}{2} \Rightarrow \frac{a_x t_1^2}{2} = \frac{4d}{5}$

$$\frac{t_1^2}{2} \cdot \frac{E|q|}{m} = \frac{t_1^2}{2} \cdot \frac{U}{d} \cdot \frac{5V_1^2}{8U} = \frac{4}{5}d \Rightarrow t_1^2 V_1^2 = \frac{64}{25}d^2 \Rightarrow t_1 = \frac{8d}{5V_1} - \text{для}$$

движения к отрицательной обкладке

Движение от конденсатора: $\frac{a_x t_2^2}{2} = \frac{4}{5}d \Rightarrow t_2 = \frac{8d}{5a_x} = t_1 = \frac{8d}{5V_1}$

$$T = t_1 + t_2 = \frac{16d}{5V_1}$$



$$E = U/d$$

$$E = E_1 + E_2 = \frac{Q}{2S\epsilon_0} + \frac{Q}{2S\epsilon_0} = \frac{Q}{S\epsilon_0}$$

$$E_1 = \frac{Q}{2S\epsilon_0} \quad E_2 = \frac{Q}{2S\epsilon_0}$$

Вне конденсатора электростатическое поле равно 0 $\Rightarrow$ после вылета на частицу не будут действовать никакие силы $\Rightarrow$ её скорость будет постоянна и равна $V_1 \Rightarrow \underline{\underline{V_0 = V_1}}$

Ответ: 1) $\frac{191}{m} = \frac{5V_1^2}{8U}$

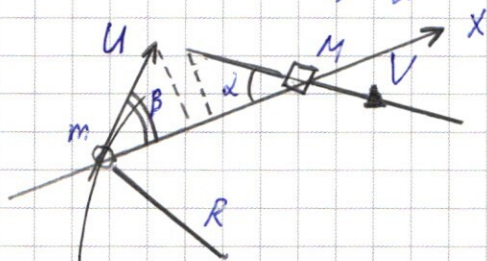
2) $T = \frac{16d}{5V_1}$

3) $V_0 = V_1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

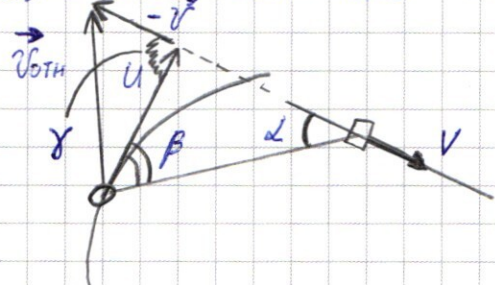
- 1) Проекции скоростей муфты и колеса на трос должны быть равны, т.к. они неразрывно связаны им.



Об x : $V \cos \alpha = U \cos \beta$

$$U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{14}{8} = \frac{14V}{10} \approx 3,4 \text{ м/с}$$

2) $\vec{V}_{\text{АБС}} = \vec{V}_{\text{отн}} + \vec{V}_{\text{пер}} \Rightarrow \vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_{\text{АБС}} - \vec{V}_{\text{пер}}$



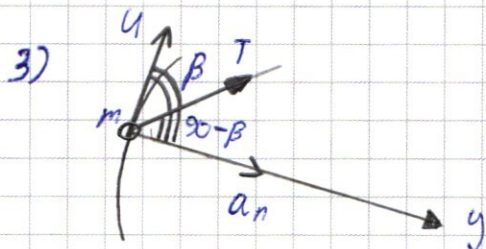
$$\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{U} - \vec{V}$$

$$V_{\text{отн}}^2 = V^2 + U^2 - 2UV \cos \gamma$$

$$\gamma = \beta + \alpha$$

$$V_{\text{отн}}^2 = V^2 + U^2 - 2UV (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)$$

$$V_{\text{отн}}^2 = 4 + 3,4^2 - 2 \cdot 2 \cdot 3,4 \left(\frac{8}{14} \cdot \frac{4}{5} - \frac{15}{14} \cdot \frac{3}{5} \right) = 4 + 3,4^2 - 4 \cdot 3,4 \cdot \frac{(-13)}{14 \cdot 5} = 4 + 3,4^2 + 13 \cdot 0,2 \cdot 0,8 = 17,64 \Rightarrow V_{\text{отн}} = 4,2 \text{ м/с}$$



2 3 Н для колеса:

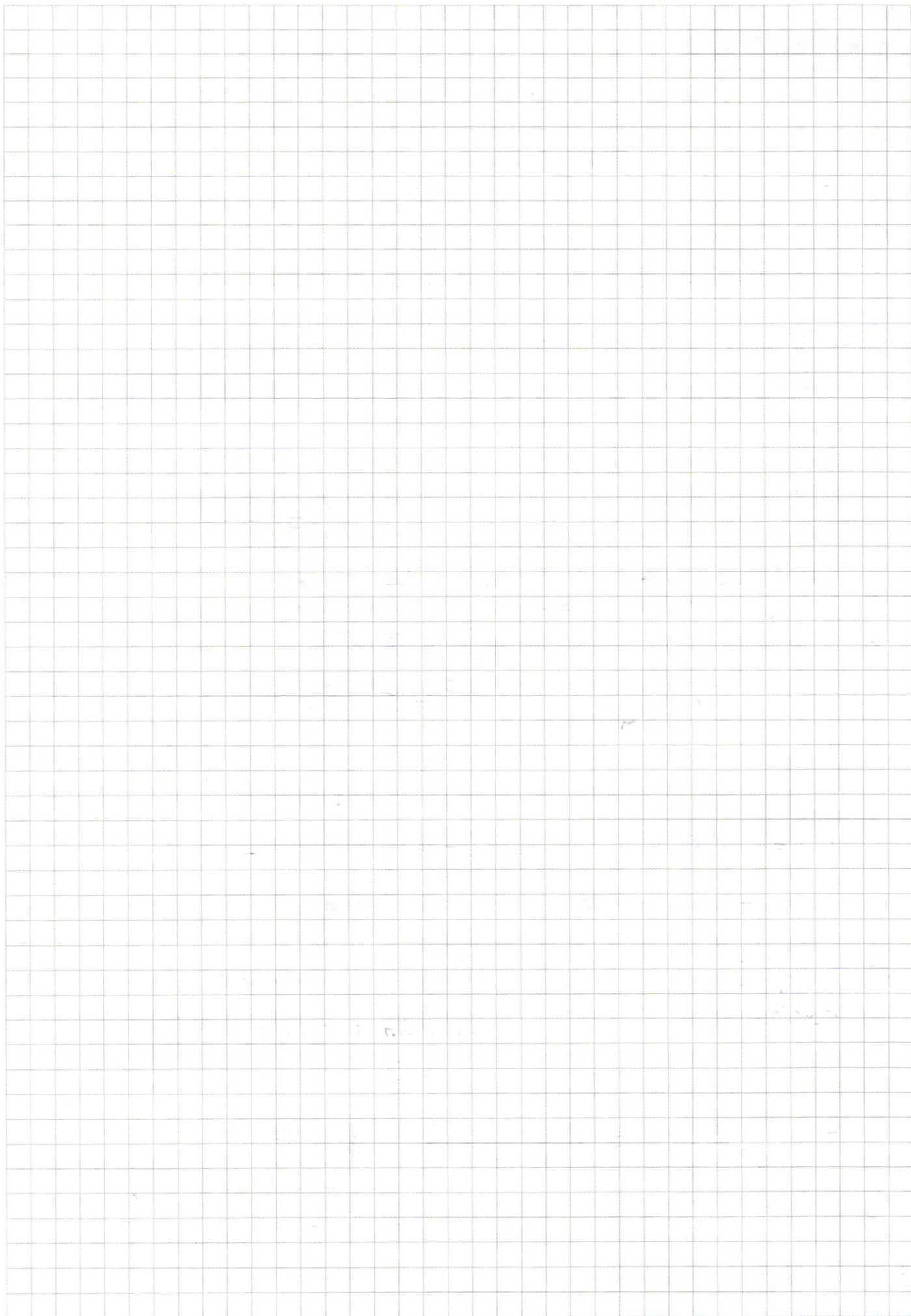
$$y: m a_n = T \cos (90 - \beta) = T \sin \beta$$

$$m \frac{U^2}{R} = T \sin \beta \Rightarrow T = \frac{m U^2}{R \sin \beta}$$

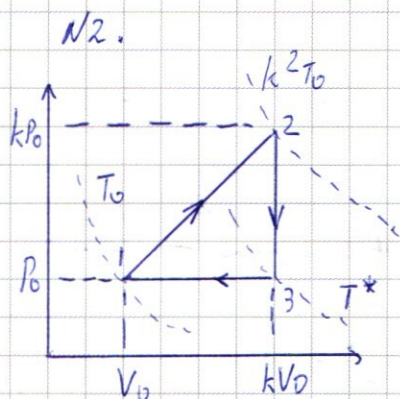
$$T = \frac{0,4 \cdot 3,4^2}{1,9 \cdot 15} \cdot 14 = \frac{0,4 \cdot 15,56 \cdot 14}{19 \cdot 15} \approx 3,4 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $U = \frac{14}{10} V = 3,4 \text{ м/с}$ 2) $V_{\text{отн}} = \sqrt{V^2 + U^2 - 2UV \cos (\alpha + \beta)} = 4,2 \text{ м/с}$

3) $T = \frac{m U^2}{R \sin \beta} \approx 3,4 \text{ Н}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \Delta U_{23} = \frac{1}{2} \nu R \Delta T_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = p_0(V_0 - kV_0) + \frac{1}{2} \nu R \Delta T_{31} =$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0 \quad = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} + \nu R \Delta T_{31} =$$

$$p_0 k V_0 = \nu R T^* \quad = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{31}$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{31} = \frac{5}{2} R$$

$$\Rightarrow \left(\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5} \right)$$

$$\frac{p_0 V_0}{2} (k^2 - 1 + 2 - 2k) = k^2 + 1 - 2k$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1) + A = 2 \nu R T_0 (k^2 - 1)$$

$$A = \frac{1}{2} p_0 V_0 (k+1)(k-1) = \frac{1}{2} p_0 V_0 (k^2 - 1) = \frac{1}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1) = \frac{Q}{4}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{4} Q_{12}$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} (p_0 + k p_0) (k V_0 - V_0) =$$

$$= \frac{1}{2} p_0 V_0 (k^2 - 1) =$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$$

$$A = \frac{1}{2} p_0 (k-1) \cdot V_0 (k-1) = \frac{1}{2} p_0 V_0 (k-1)^2 = \frac{1}{2} \nu R T_0 (k-1)^2$$

$$Q_H = Q_{12} = 2 \nu R T_0 (k^2 - 1) = 2 p_0 V_0 (k^2 - 1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1)$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} p_0 V_0 (k+1)(k-1)}{2 p_0 V_0 (k+1)(k-1)} = \frac{k-1}{4(k+1)}$$

$$Q_H = 2 \nu R T_0 (k^2 - 1)$$

$$A = \frac{1}{2} p_0 V_0 (k-1)^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \nu R T_0 (k-1)^2$$

$$\frac{1}{4} \frac{(k+1) - (k-1)}{(k+1)^2} = \frac{1}{2(k+1)^2}$$

$$\eta' = \frac{1}{4} \frac{k+1 - k-1}{(k+1)^2} = \frac{2}{(k+1)^2}$$

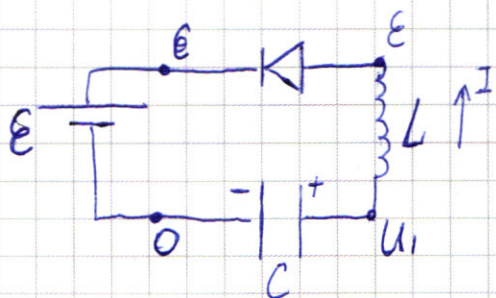
$$\frac{1}{x^2} = -2 \frac{1}{x^3} \frac{(k-1) - (k+1)}{(k+1)^2} = \frac{2}{x^4}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{\frac{1}{2} \nu R T_0 (k-1)^2}{2 \nu R T_0 (k^2 - 1)}$$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{0 \cdot x^2 - 2x \cdot 1}{x^4} = -\frac{2}{x^3}$$

$$= \frac{1}{4} \frac{k-1}{k+1}$$

N4.



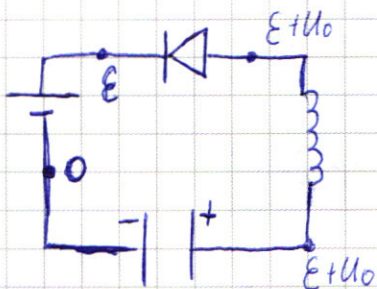
$$L \frac{dI}{dt} = U_L - E$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_L - E}{L} = \frac{3}{0,4} = \frac{30}{4} = 7,5$$

$$-6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} (2) = 0,2 I_{\max}^2 + 5,49 - 5,81$$

$$I_{\max} \Rightarrow U_L = 0$$

$$\frac{184}{1680} \frac{1464}{1464}$$



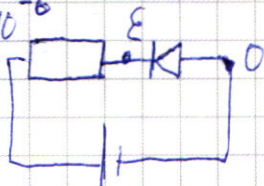
$$- \xi q^* = \frac{L I_{\max}^2}{2} + \frac{C (E + U_0)^2}{2} - \frac{C U_0^2}{2}$$

$$q^* = C (U_0 - E - U_L)$$

$$- E C (U_0 - E - U_L) = \frac{L I_{\max}^2}{2} + \frac{C (E + U_0)^2}{2} - \frac{C U_0^2}{2}$$

$$(5,49 - 5,81) \cdot 10^{-6}$$

$$-5,32 \cdot 10^{-6}$$



$$-6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 2 = 0,2 I_{\max}^2 + 5,10^{-6} \cdot 49$$

$$10^{-6} (-120 + 245) = \frac{1}{5} I_{\max}^2$$

$$10^{-6} \cdot 125 = \frac{1}{5} I_{\max}^2$$

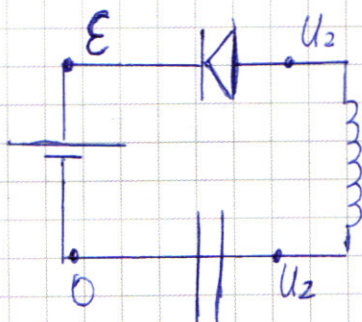
$$10^{-6} \cdot 625 = I_{\max}^2$$

$$I_{\max} = 25 \cdot 10^{-3} A$$

$$-6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 2 = 0,2 I_{\max}^2 - 160 \cdot 10^{-6}$$

$$(160 - 120) \cdot 10^{-6} = \frac{1}{5} I_{\max}^2$$

$$80 \cdot 10^{-6}$$



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

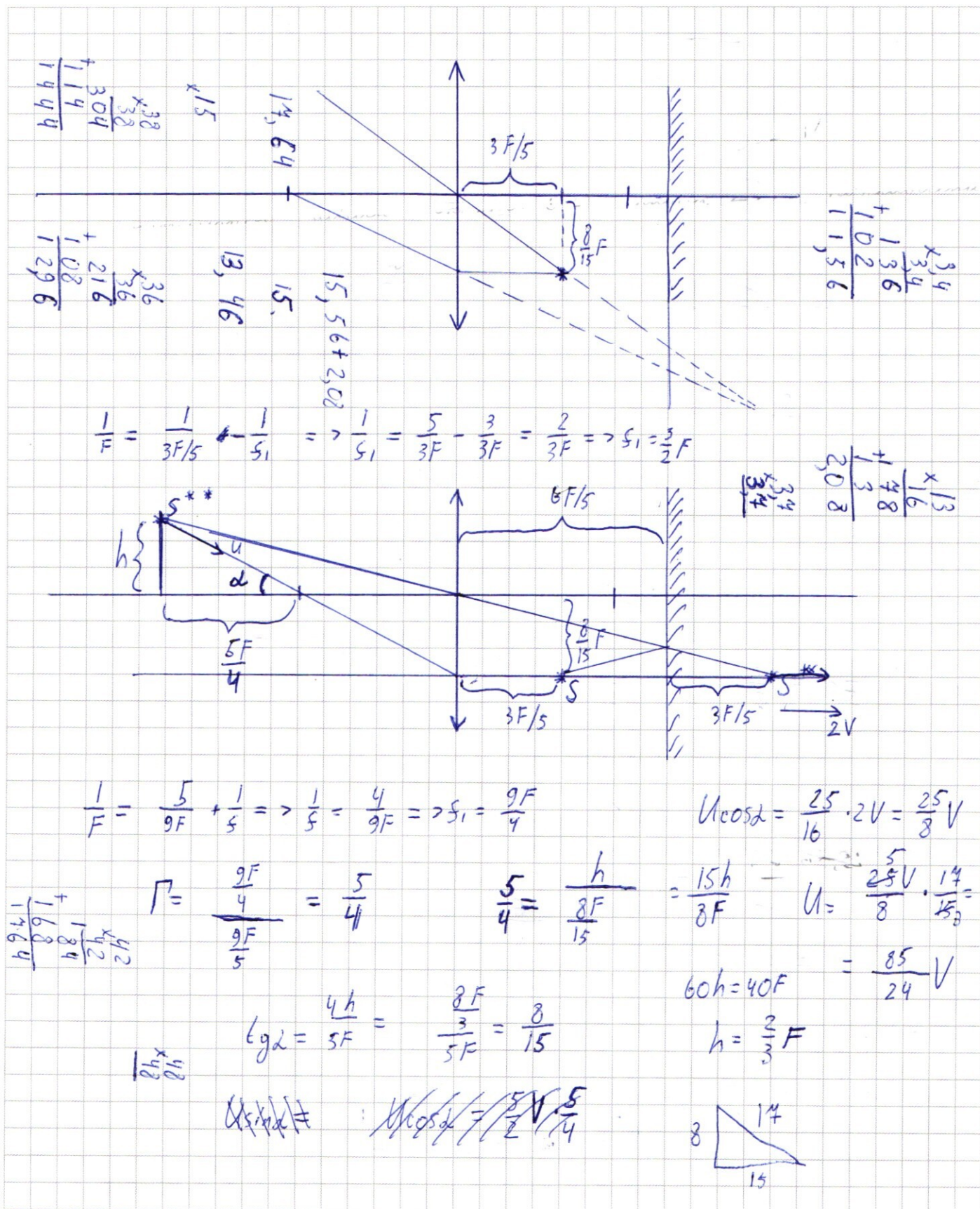
$$40 \cdot 5 = 200$$

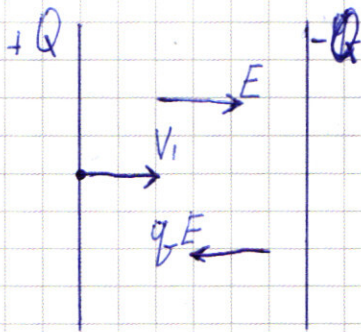
$$-E = \frac{1}{2} U_2 + \frac{1}{2} U_1$$

$$U_2 = U_1 - 2E$$

$$0,4 I_{\max}^2 = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 14$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$$\frac{m v_1^2}{2} = |q| \cdot E \cdot 0,2d = 0,2qU = \frac{1}{5} qU$$

$$U = E \cdot d \quad \frac{181}{m} = \frac{5v_1^2}{2U}$$

$$\frac{qE}{m} \cdot \frac{T^2}{2} = \frac{4}{5}d$$

$$\frac{qE}{m} = a$$

$$\frac{5v_1^2}{2U} \cdot \frac{U}{d} \cdot \frac{T^2}{2} = \frac{4}{5}d$$

$$\frac{aT^2}{2} = 0,8d = \frac{4}{5}d$$

$$\frac{5v_1^2 T^2}{4} = \frac{4}{5}d^2$$

$$T = \frac{8d}{5a} = \frac{8dm}{5qE} = \frac{8d}{5} \cdot \frac{1}{a}$$

$$v_1^2 T^2 = \frac{16}{25}d^2$$

$$\frac{q}{m} E = a$$

$$v_1 T = \frac{4}{5}d$$

$$T = \frac{4d}{5v_1}$$

$$\frac{4}{5}d = \frac{v_1^2}{2} \cdot \frac{U}{d} \cdot \frac{5v_1^2}{2U}$$

$$\begin{array}{r} 23,4 \\ \times 3,4 \\ \hline 136 \\ 102 \\ \hline 11,36 \end{array}$$

42

15,56

$$\frac{15,56 \cdot 0,4 \cdot 14}{18 \cdot 19} = 3,4$$

14,64

$$= 4 \cdot 2 \cdot 0,5$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 16 \\ \hline 178 \\ + 13 \\ \hline 208 \end{array}$$

$$\frac{2}{c} (u_1 - u_0 - E) (E + u_0 + u_1 - 2E)$$

$$(u_1 + u_0 + E) (E - u_0 - u_1) \frac{2}{c} + \frac{2}{c} (2u_1 - 2E - u_0) - E \frac{2}{c}$$

$$-60 \cdot 10^{-6} \cdot 2 = 2 \cdot 0,10 \cdot 0,09 -$$