

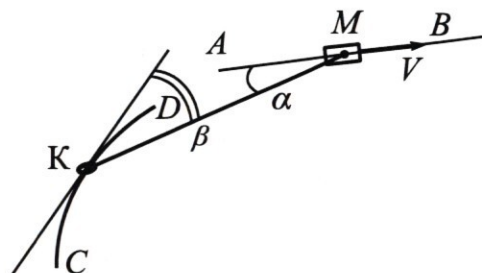
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-04

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

1. Муфту M двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K 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.



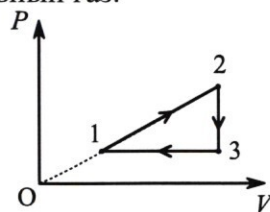
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

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.

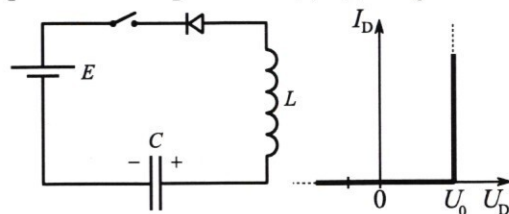
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

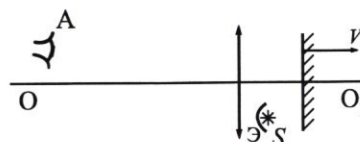


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

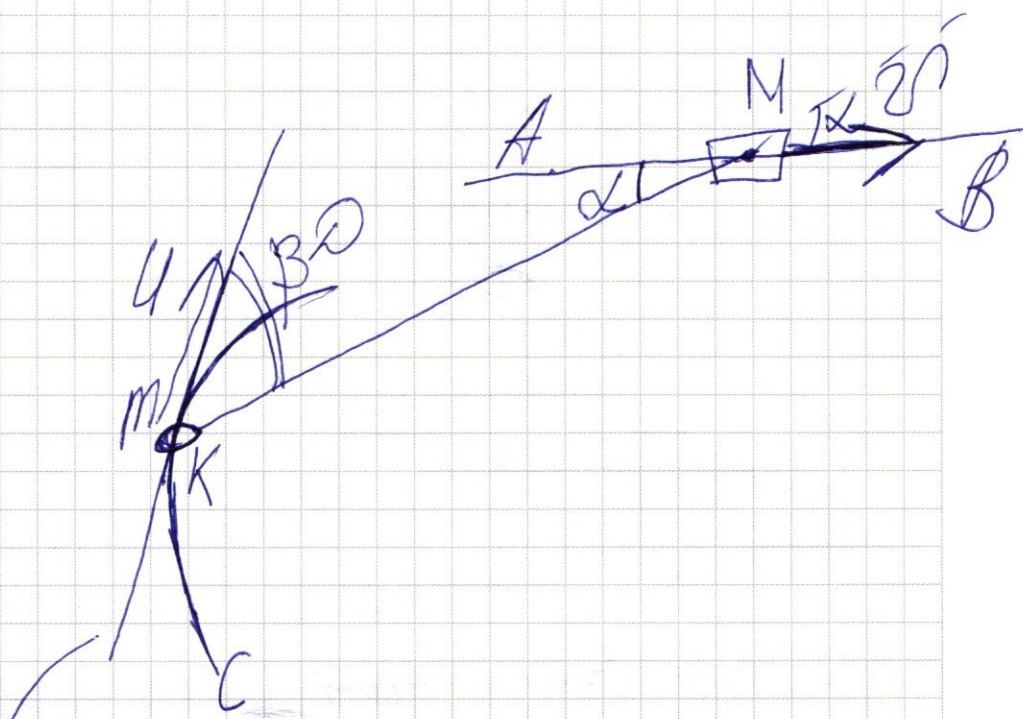


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N°1

$$\begin{aligned} v &= 24 \text{ м/с} \\ m &= 0,4 \text{ кг} \\ R &= 1,9 \text{ м} \\ d(\cos \alpha) &= \frac{4}{5} \\ B(\cos \beta) &= \frac{8}{14} \end{aligned}$$

- 1) $U = ?$
- 2) $U_{\text{отн}} = ?$
- 3) $T = ?$



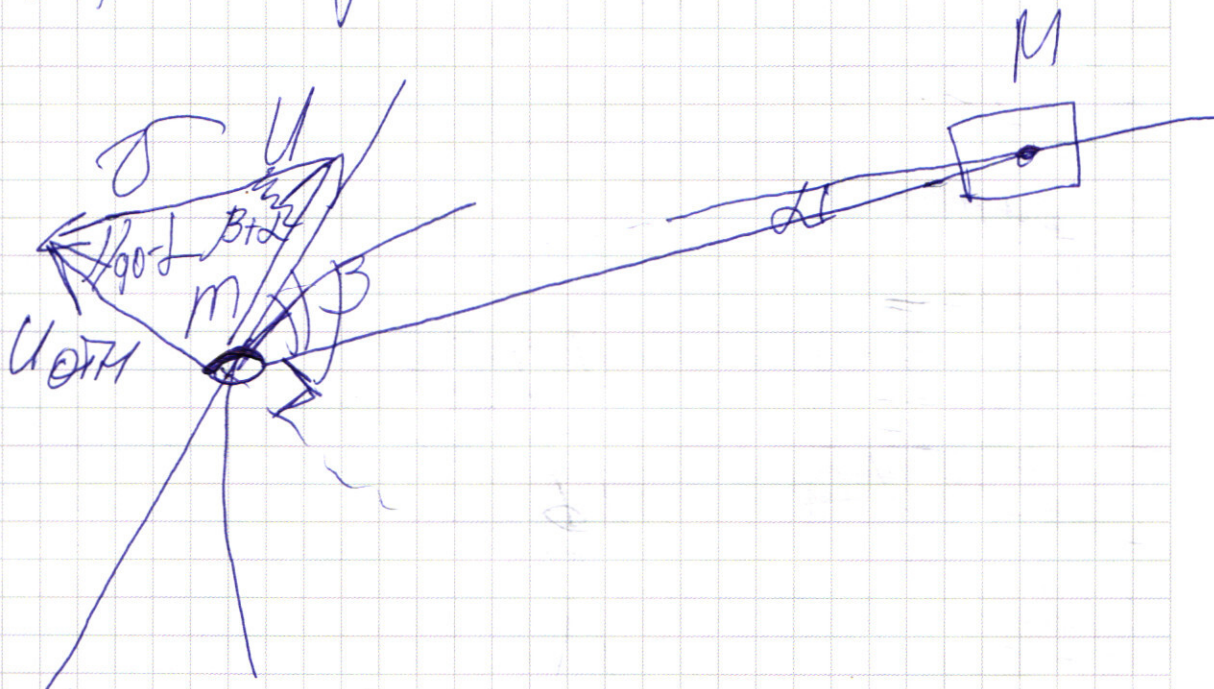
1) Заметим, что в данный момент скорость кольца направлена по касательной к этой окружности. Т.к. нить нерастяннута, то проекции скоростей на нить равны.

$$v \cos \alpha = U \cos \beta$$

$$U = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{24 \cdot \frac{4}{5}}{\frac{8}{14}} \quad \text{Ⓢ}$$

$$\ominus \frac{8.14}{5.8} = \frac{14}{5} \cdot \frac{1}{c} = 3.4 \frac{1}{c}$$

2) Найти скорость относительно муфты.



Заметим, что $U_{отм} \perp$ тросу, т.к. относительно муфты он движется по окружности

по т. синусов: $\frac{U}{\sin(90-\alpha)} = \frac{U_{отм}}{\sin(\beta+\alpha)}$

$$\frac{U}{\sin \alpha} = \frac{U_{отм}}{\sin(\beta+\alpha)}$$

$$\frac{U \cos \beta}{\cos \beta \cdot \cos \alpha} = \frac{U_{отм}}{\sin(\beta+\alpha)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U_{отн} = U \frac{\sin(\beta + \alpha)}{\cos \beta}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17}$$

$$\sin(\beta + \alpha) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta \quad \text{---}$$

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

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{64}{289}} = \frac{15}{17}$$

$$\begin{aligned} \text{---} \quad \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} + \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} &= \frac{24}{85} + \frac{12}{17} = \frac{408 + 1020}{1445} = \\ &= \frac{1428}{1445} \end{aligned}$$

$$U_{отн} = \frac{24}{1445} \cdot \frac{1428}{\frac{8}{17}} = 2 \frac{1428 \cdot 17}{1445 \cdot 8}$$

3) Т.к. Гло относительно муфты движется по окружности, то запишем второй закон Ньютона в американской системе отсчёта муфты.

$$R = \frac{17R}{15}$$

$$a_n = \frac{v_0^2}{R}$$

$$m \frac{v_0^2}{\frac{17R}{15}} = T$$

$$T = m a_n$$

$$a_n = \frac{v_0^2}{R}$$

$$T = \frac{m v_0^2 \cdot 15}{17R} - \frac{0,9m (8,44)^2 \cdot 15}{17 \cdot 1,9}$$

$$= \frac{1,41H}{1,41H}$$

Ответ: 1) $3,4 \frac{m}{c}$

2) $\approx 8,44 \frac{m}{c}$

3) $1,41H$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

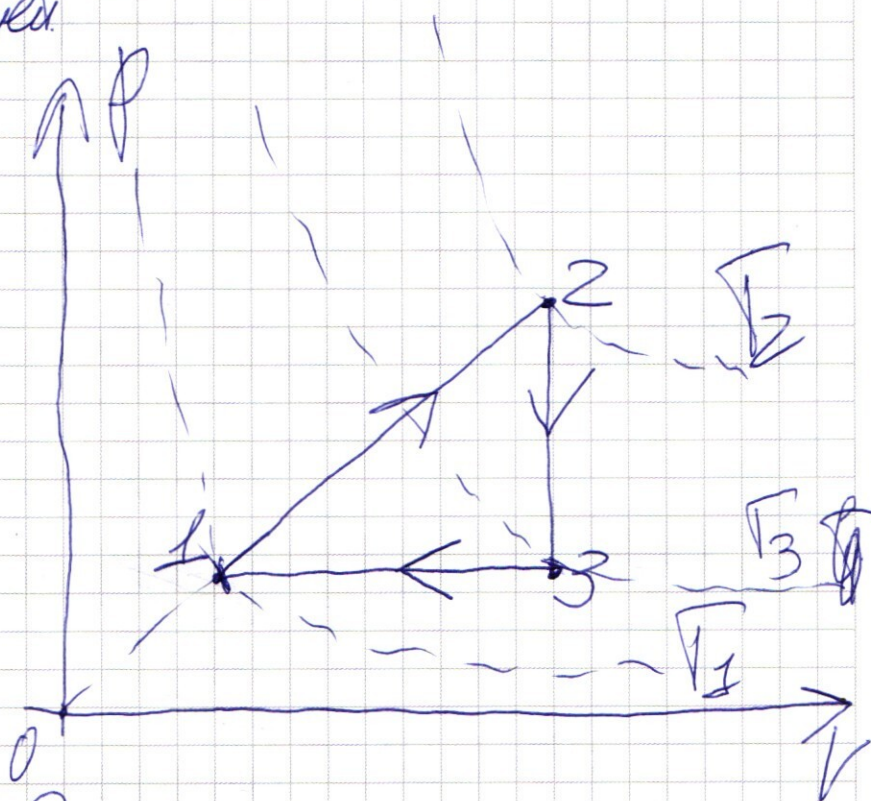
N°2

$L=3$

1) отн. максимальная
Генерация

2) $\frac{\Delta U_{12}}{(A_{12})} = ?$

3) $\eta_{\max} = ?$



1) чтобы понять, где понижалась температура надо провести изотермы.
Если ниже изотерма, там ниже температура.
Понятно, что понижение температуры произошло на участках 2-3 и 3-1

По определению запишем
количество теплоты. $Q = C \Delta T$

Для 2-3: $(-Q_{23}) = \Delta U_{23} + A_{23}$, но $A_{23} = 0$,
т.к. тепло отводили в этом процессе т.к. изохора

$$(-Q_{23}) = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} R \Delta T_{23}$$

$$\Downarrow C_{23} = \frac{3}{2} R$$

Для 3-1: $(-Q_{31}) = \Delta U_{31} + A_{31}$
т.к. тепло отводили

Но процесс ~~3-1~~ - изобарический,
мы знаем, что

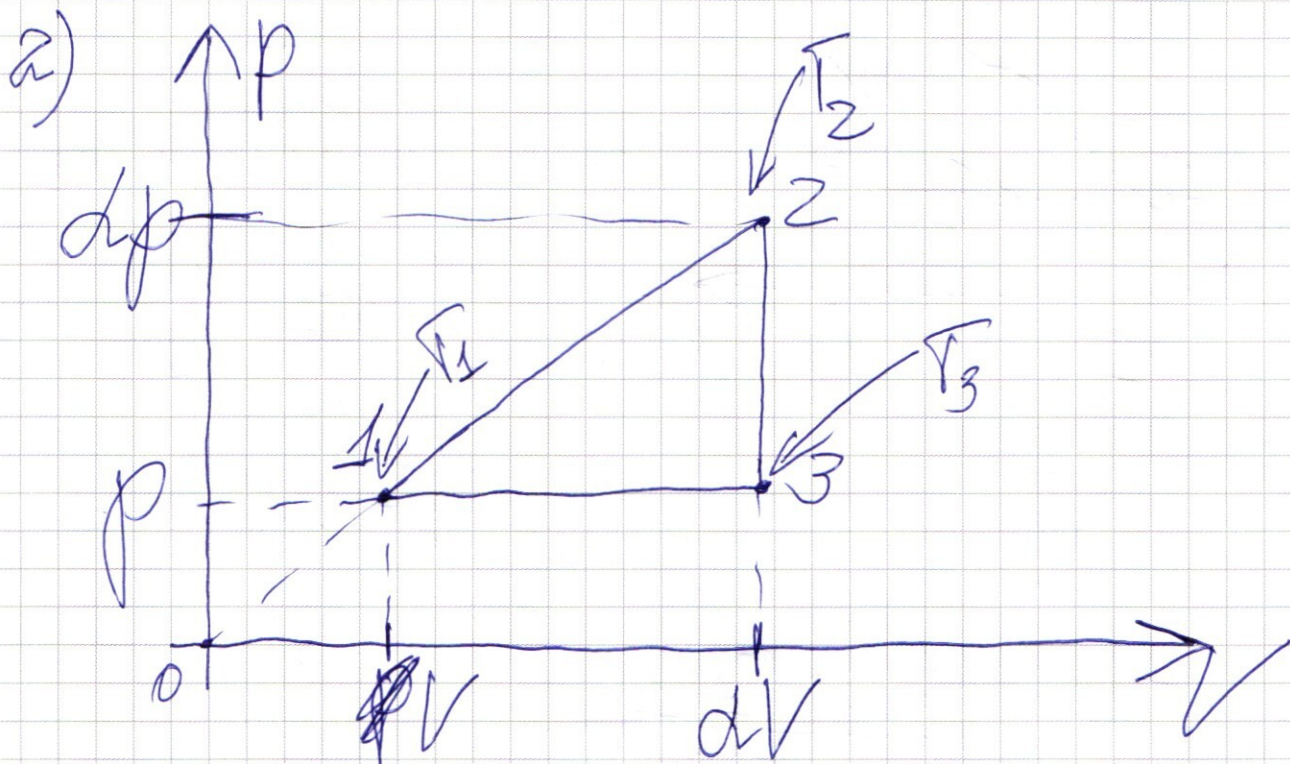
$$C_p = C_v + R$$

$$C_v = C_{23} = \frac{3}{2} R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_p = C_{31} = \frac{3}{2} R + R = \frac{5}{2} R$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



α -коэффициент приращений пропорциональности

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

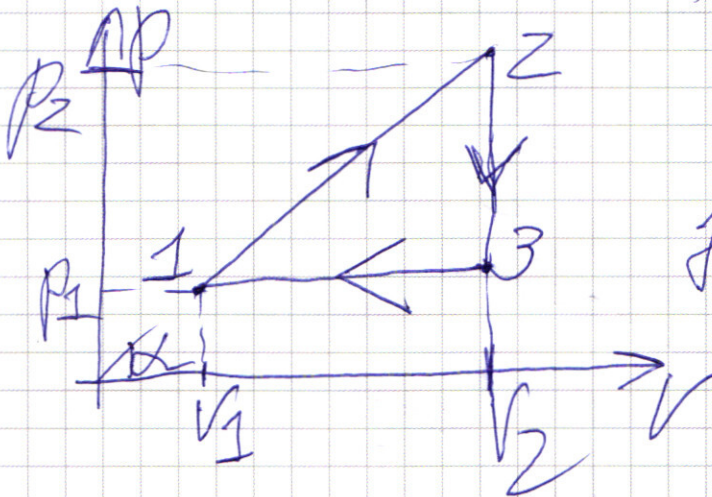
$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$A_{12} = \int p dV = \frac{p + \Delta p}{2} (\Delta V - V) = \frac{p \Delta V}{2}$$

площадь под графиком

$$p(\Delta V + V)(\alpha - 1) = pV$$

$$A_{12} = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{p_1 V_2 - p_1 V_1 + p_2 V_2}{2}$$



Но заметим, что

$$\tan \alpha = \frac{p_2 - p_1}{V_2 - V_1} = \frac{p_2}{V_2}$$

$$\Downarrow$$

$$p_1 V_2 = p_2 V_1$$

$$\Downarrow$$

$$A_{12} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2}$$

Но запомним уравнение
Менделеева - Клапейрона:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1; \quad p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\Downarrow$$

$$p_2 V_2 - p_1 V_1 = \nu R (T_2 - T_1)$$

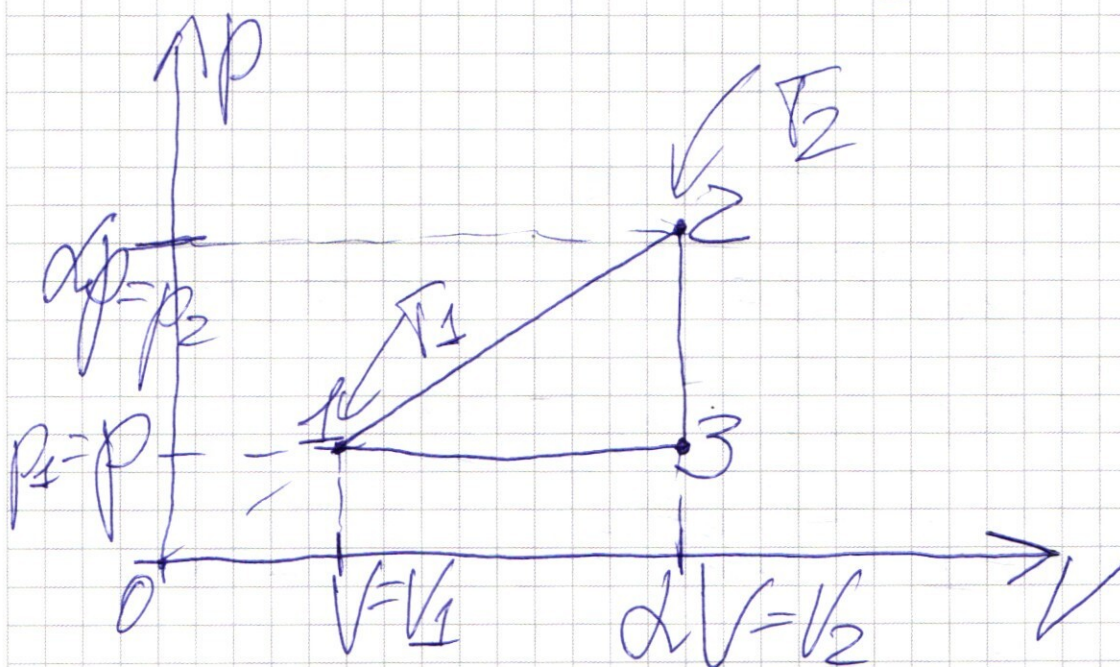
$$\Downarrow$$

$$A_{12} = \frac{\nu R (T_2 - T_1)}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{\Delta u_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} R (T_2 - T_1)}{\frac{R (T_2 - T_1)}{2}} = 3$$

$$3) \eta_{\max} = 1 - \frac{T_x}{T_H} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$



L-коэффициент пропорциональности
Возпользуемся уже введенным
фактом, что $\frac{\Delta u_{12}}{A_{12}} = 3$

$$A_{12} = \frac{p + dp}{2} (\alpha V - V) = \frac{pV}{2} (\alpha^2 - 1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\left. \begin{array}{l} pV = \nu RT_1 \\ dp dV = \nu R T_2 \end{array} \right\} \text{ - закон идеального газа}$$

$$\nu R (T_2 - T_1) = pV (\alpha^2 - 1)$$

$$\left. \begin{array}{l} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{array} \right\} \quad T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} ; \quad T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2}$$

Воспользуемся тем фактом, что

$$A_{12} + A_{23} + A_{31} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$$

$$A_{12} = \frac{pV}{2} (\alpha^2 - 1) ; \quad \left(A_{23} + A_{31} \right) + \delta Q_{гр} = pV (1 - \alpha)$$

$$A_{31} = A_{23} = 0$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{pV}{2} (\alpha^2 - 1)$$

$$(-Q_{23}) = -\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) ; \quad (-Q_{31}) = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Запишите уравнение Менделеева-Клапейрона

$$\begin{aligned} pV &= \nu R T_1 \\ \kappa^2 pV &= \nu R T_2 \\ \lambda pV &= \nu R T_3 \end{aligned} \quad \left| \begin{aligned} \nu R (T_2 - T_1) &= pV (\kappa^2 - 1) \\ \Rightarrow \nu R (T_2 - T_3) &= pV (\kappa^2 - \lambda) = pV \lambda (\lambda - 1) \end{aligned} \right.$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} pV (\kappa^2 - 1) + \frac{pV}{2} (\kappa^2 - 1) = 2 pV (\kappa^2 - 1)$$

$$(-Q_{23}) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) = \frac{3}{2} pV \lambda (\lambda - 1)$$

$$(-Q_{31}) = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{5}{2} pV (\lambda - 1)$$

⇓

$$\frac{pV}{2} (\kappa^2 - 1) + pV (\lambda - 1) = 2 pV (\kappa^2 - 1) + \frac{3}{2} pV \lambda (\lambda - 1) + \frac{5}{2} pV (\lambda - 1)$$

$$\frac{\lambda + 1}{2} + 1 = 2(\lambda + 1) + \frac{3}{2} \lambda + \frac{5}{2}$$

$$\frac{\lambda + 1}{2} + 1 = 2\lambda + 2 + \frac{3}{2} \lambda + \frac{5}{2}$$

$$\frac{\lambda}{2} + \frac{1}{2} + 1 = 2\lambda + 2 + \frac{3}{2} \lambda + \frac{5}{2}$$

$$\frac{d}{2} + \frac{3}{2} = \frac{4}{2}d + \frac{9}{2}$$

~~$\frac{6}{2}d = \frac{6}{2}$~~ (Продолжение решения задачи №2 через несколько страниц)

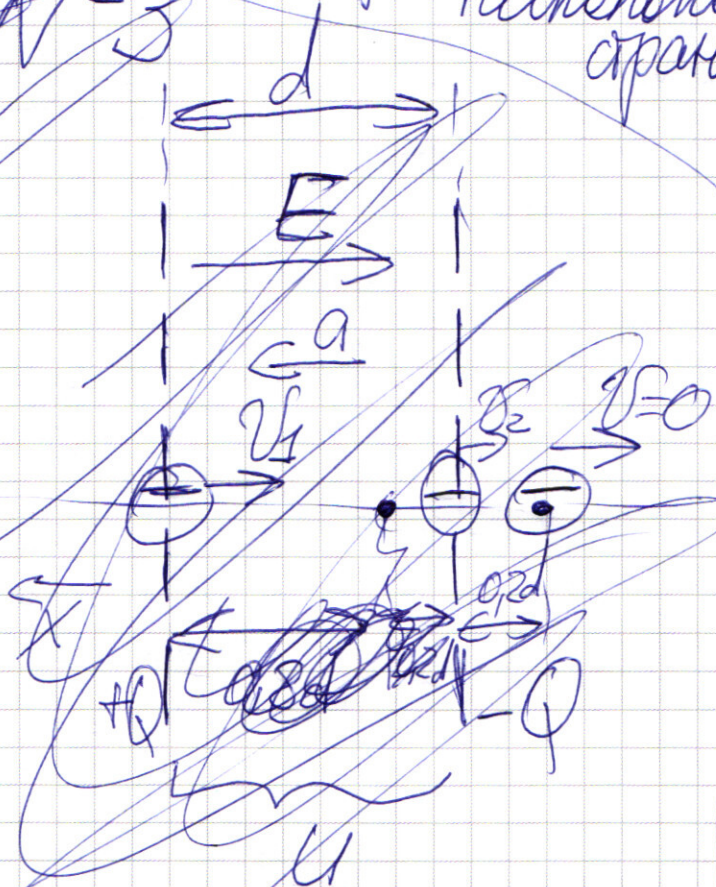
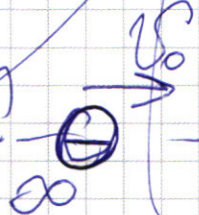
N°3

U, d, U_1

1) $\gamma = \frac{U_1}{m} = ?$

2) $T = ?$

3) $U_0 = ?$



1) $U = Ed$
 $E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$

$\Rightarrow U = \frac{Qd}{\epsilon_0 S}$

Зарядили ЗСЗ в момент когда он вошел в конденсатор.

$$\frac{mU_1^2}{2} + A_{эл} = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\cancel{m} A_{эл} = -qU$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = qU$$

$$\gamma = \frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{2U}$$

2) Запишем:

$$\cancel{v_2 = v_1 + at}$$

$$\cancel{v_2 = v_1 + at}$$

$$d = v_1 T - \frac{a T^2}{2}$$

II-ой закон Ньютона: $ma = qE$

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

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

~~Найти~~

$$d = v_1 T - \frac{qU T^2}{2md}$$

$$qUT^2 - 2mdv_1 T + 2md^2 = 0 \quad | \cdot \frac{1}{m}$$

$$qUT^2 - 2dv_1 T + 2d^2 = 0$$

$$T = \frac{2dv_1 \pm \sqrt{(2v_1)^2 - 8d^2}}{2qU}$$

~~Найти v_2 :~~

$$\frac{mv_1^2}{2} - qU = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\frac{v_2^2}{2} = \frac{v_1^2}{2} - qU$$

$$v_2^2 = v_1^2 - 2qU \Rightarrow v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2qU}$$

$$v_2 = v_1 - aT$$

$$T = \frac{v_1 - v_2}{a} = \frac{v_1 - \sqrt{v_1^2 - 2qU}}{a} =$$

$$= \frac{v_1 - \sqrt{v_1^2 - 2 \frac{qU}{2m} U}}{\frac{qU}{2m}} = \frac{v_1 md}{qU}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

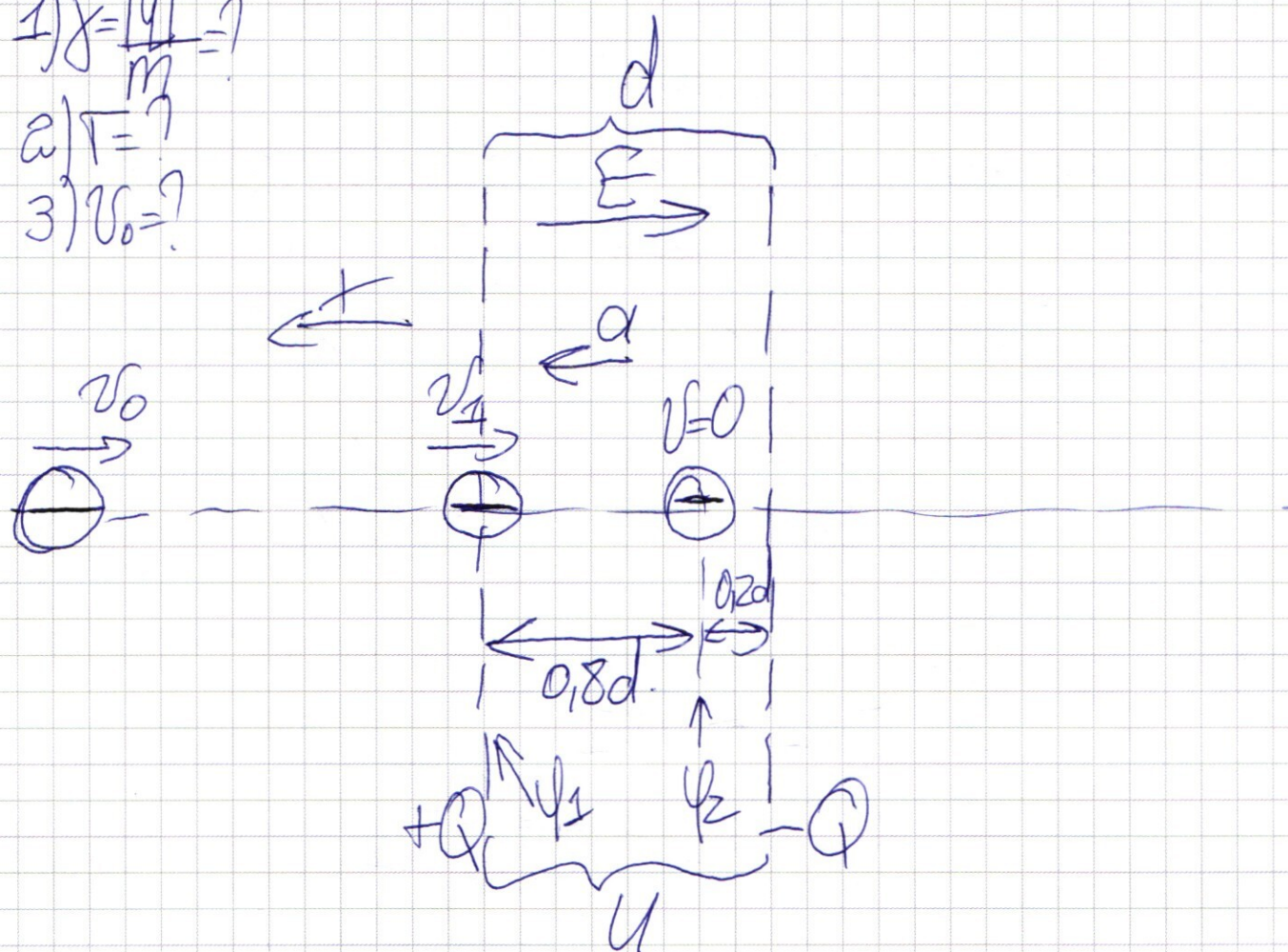
N°3

$d, U; U_1$

1) $\gamma = \frac{|q|}{m} = ?$

2) $\tau = ?$

3) $U_0 = ?$



1) Т.к. он потом останавливается, то благодаря, к которой он летит положительно заряжен.

Заряжен ЗСЭ в момент влета в конденсатор

$$\frac{mv_1^2}{2} - q(\varphi_1 - \varphi_2) = 0$$

$U = Ed$

$$\frac{mv_1^2}{2} = qU(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = E \cdot 0,801 = 0,84$$

$$U = Ed$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = 0,84Uq$$

$$F = \frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{1,64}$$

2) Электрон сначала тормозится, а потом разгоняется

II-ой закон Ньютона на ось Ox:

$$\begin{aligned} ma &= qE \\ ma &= \frac{qU}{d} \end{aligned} \Rightarrow a = \frac{qU}{md}$$

Ох: $0 = -v_1 + at_1$

$$v_1 = at_1 = \frac{qU}{md} t_1$$

$$\Downarrow t_1 = \frac{v_1 md}{qU} = \frac{v_1 d}{U}$$

Очевидно, что в силу симметрии путь
пройдет столько же времени, что
разгон

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ОХ $v_1 = 0 + at_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v_1 m d - v_d d}{g d}$

$$T = t_1 + t_2 = \frac{2v_1 d}{g d} = \frac{2v_1 d}{\frac{v_1^2 d}{16d}} = \frac{2v_1 d \cdot 16}{v_1^2 d} = \frac{32d}{v_1}$$

3) Т.к. вне конденсатора ~~то~~
электромагнитное поле нет, то
пока он к нему не перейдет работа
никакая не совершалась $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ скорость сохраняется
затем до момента
входа в конденсатор:
или $\Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$
 $v_1 = v_0$

Ответ: 1) $\gamma = \frac{v_1^2}{16d}$; 2) $T = \frac{32d}{v_1}$; 3) $v_0 = v_1$

N4

$$\mathcal{E} = 6\text{В};$$

$$C = (10\text{мкФ} = 10 \cdot 10^{-6}\text{Ф} = 10^{-5}\text{Ф})$$

$$U_1 = 9\text{В}$$

$$L = 0,4\text{Гн}$$

$$U_0 = 1\text{В}$$

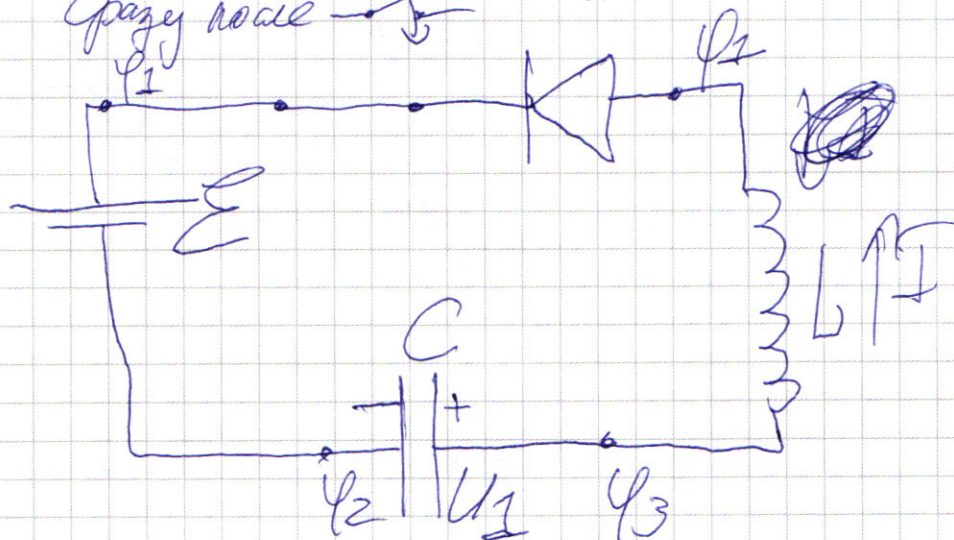
$$1) \frac{dI}{dt} = ?$$

$$2) I_{\text{max}} = ?$$

$$3) U_2 = ?$$

1) Сразу после замыкания
кнопка ток через катушку
в цепи не пойдет $\Rightarrow$
 $\rightarrow$ тогда в цепи нет, но он
возрастает $\Rightarrow \frac{dI}{dt} > 0$.

Сразу после $\rightarrow$



Но открыт ли диод в этот момент

$$\varphi_3 - \varphi_1 = U_1 - \mathcal{E} = 3\text{В} \Rightarrow \text{открыт} \Rightarrow U_0 = 0$$

$$\varphi_3 - \varphi_1 = U_1 - \mathcal{E} = 3\text{В} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L} = \frac{3\text{В}}{0,4\text{Гн}} = 7,5\text{А/с}$$

2) Пусть диод открыт даже тогда, когда
амплитудное значение тока (а потом мы
это проверим).

$$\eta_{\max} = 1 - \frac{T_c}{T_H}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{pV}{2} (\alpha^2 - 1)$$

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

$$Q_{31} = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

$$\begin{aligned} pV &= \nu RT_1 \\ \alpha^2 pV &= \nu RT_2 \\ p\alpha V &= \nu RT_3 \end{aligned}$$

$$A_{12} + A_{23} + A_{31} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$$

$$\frac{pV(\alpha^2 - 1)}{2} + pV(1 - \alpha) = 0$$

4. 1428

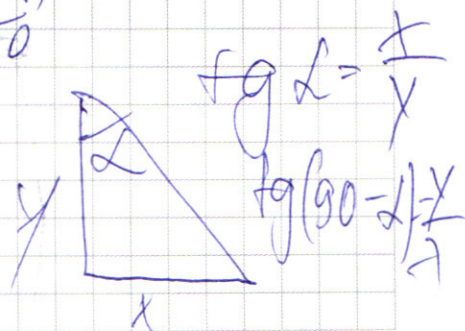
$$A_{31} = - \int p(V_3 dV - V) = pV(1 - \alpha)$$

$$\frac{pV(\alpha^2 - 1)}{2} + pV(1 - \alpha) = \frac{3}{2} pV\alpha(1 - \alpha) +$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} (pV(\alpha - \alpha^2))$$

$$\begin{array}{r} 30.14 \\ 28 \overline{) 43} \\ \underline{20} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.9 \\ \times 1.5 \\ \hline 1.35 \\ \times 28 \\ \hline 37.8 \end{array}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

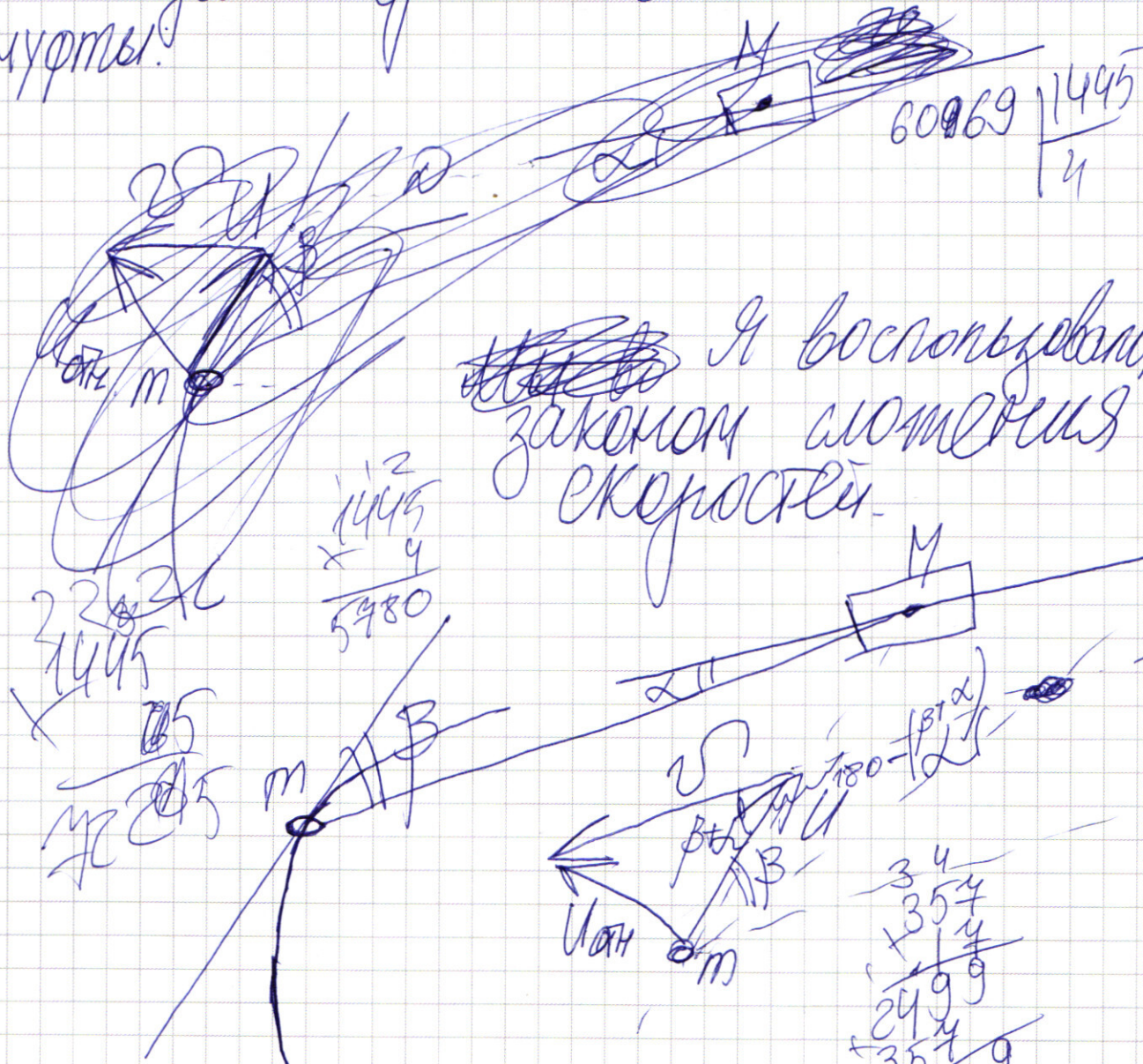
$$\ominus \quad \frac{8.14}{5.8} = \frac{14}{5} \text{ м/с} = 3.4 \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 142814 \\ 12 \overline{) 142814} \\ \underline{22} \\ 20 \\ \underline{28} \end{array}$$

$$\frac{1428.14}{1445.4} = \frac{353.14}{1445}$$

$$\begin{array}{r} 1715 \\ -153.4 \\ \hline 20 \end{array}$$

2) Найти скорость относительно
мурты.



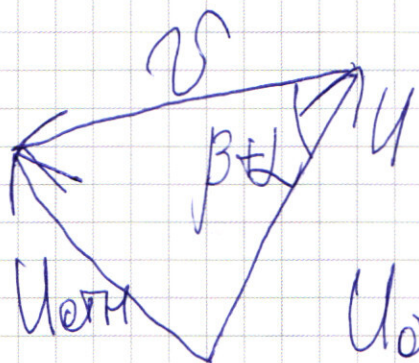
~~Я воспользовался~~ Я воспользовался
законом сложения
скоростей.

$$\begin{array}{r} 1445 \\ \times 4 \\ \hline 5980 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60969 \\ 14 \overline{) 60969} \\ \hline 14 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ +354 \\ +14 \\ \hline 2499 \\ +354 \\ \hline 5069 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Воспользуемся формулой косинусов.

$$U_{\text{сум}} = \sqrt{U^2 + U^2 - 2UU \cos(\beta + \alpha)}$$

$$\cos(\beta + \alpha) = \cos \beta \cdot \sin \alpha - \sin \beta \cdot \cos \alpha$$

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

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{64}{289}} = \sqrt{\frac{289-64}{289}} = \sqrt{\frac{225}{289}} = \frac{15}{17}$$

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

$$\begin{array}{r} 2809 \\ 64 \\ \hline 225 \end{array}$$

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

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

$$= \frac{24}{85} - \frac{12}{17}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 17 \\ \hline 51 \\ \hline 85 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1020 \\ + 408 \\ \hline 1428 \end{array}$$

$$\frac{64}{225} + 1 = \frac{289}{225}$$

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

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 4 \\ \hline 96 \end{array}$$

$$\frac{1428}{14}$$

$$\frac{18}{8} = \frac{9}{4}$$

$$2 \cdot \frac{1428}{1445} \cdot \frac{9}{4} = 2 \cdot \frac{357.9}{1445} = \frac{3213}{1445} \approx 2.224$$

$$\frac{1428}{14} \Big| 2$$

$$\frac{714}{6} \Big| 2$$

$$\frac{56}{357.9} \times 9$$

$$\frac{1445}{2} = 2890$$

$$\frac{3213}{2890} \Big| 2$$

$$\frac{34}{6} = 8.4$$

$$\frac{85}{84} \Big| 24$$

$$\frac{1428}{14} \Big| 2$$

$$\frac{714}{6} \Big| 2$$

$$\frac{714}{6} \Big| 2$$

$$\frac{16}{18} = 34$$

$$\frac{3}{17} \times 5 = 85$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 2 \\ 24 \\ + 17 \\ \hline 168 \\ 24 \\ \hline 408 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 408 - 1020 = \\ \hline 1445 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 85 \\ \hline 60 \\ 96 \\ \hline 1020 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85 \\ \times 17 \\ \hline 595 \\ 85 \\ \hline 1445 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 13 \\ \hline 39 \\ + 13 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ + 14 \\ \hline 206 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1020 \\ - 408 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{4}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{4 \cos \alpha}{\sin(\beta + \alpha)}$$

$$\sin \beta \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} =$$

$$= \frac{12}{17} + \frac{24}{85}$$

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

$$\frac{1}{\frac{64}{225} + 1} = \frac{1}{\frac{64 + 225}{225}} = \frac{225}{289}$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ 354 \\ \times 14 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2549 \\ + 354 \\ \hline 6119 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,4 \cdot 15 = 8,4 \\ 17 \cdot 1,9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6119 \mid 1445 \\ 5780 \\ \hline 3390 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1445 \\ \times 3 \\ \hline 4335 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1445 \mid 3840 \\ 4 \\ \hline 5780 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 960 \\ \times 0,4 \\ \hline 3840 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6119 \\ 5780 \\ \hline 339 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1445 \\ \times 2 \\ \hline 2890 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3390 \\ - 2896 \\ \hline 494 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 0,4 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \times 15 \\ \hline 960 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 70,56 \\ \times 2 \\ \hline 141,12 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4,2 \\ \times 2 \\ \hline 8,4 \end{array}$$

$$0,4 \cdot 8,4 \cdot 8,4 \cdot 15$$

$$\begin{array}{r} 0,4 \cdot 70,56 \cdot 15 \\ \hline 32,3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60 \cdot 40,56 \\ \hline 323 \end{array}$$

$$17 \cdot 1,9$$

$$141,12$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ 17 \\ \times 1,9 \\ \hline 153 \\ + 17 \\ \hline 32,3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8,4 \\ \times 8,4 \\ \hline 286 \\ 886 \\ \hline 2066 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8,4 \\ \times 8,4 \\ \hline 336 \\ 672 \\ \hline 4056 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 15 \\ 04 \\ + 60 \\ \hline 00 \\ 060 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 8,4 \\ 6 \\ \hline 50,4 \end{array}$$

$$0,2 \cdot 0,4 \cdot 5 \cdot 3 \cdot (8,4)^2 = 17,2$$

$$= \frac{30(8,4)^2}{17}$$

$$\begin{array}{r} 8,4 \\ \times 84 \\ \hline 30 \\ \times 30 \\ \hline 00 \\ 210 \\ \hline 2100 \end{array}$$

$$2100 \overline{) 1}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 64 \\ \times 15 \\ \hline 320 \\ 64 \\ \hline 960 \\ \times 0,4 \\ \hline 40 \\ 6 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 15 \\ 04 \\ \hline 60 \\ 00 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8,4 \\ \times 8,4 \\ \hline 40,56 \end{array}$$

$$0,2 \cdot 0,4 \cdot 64 \cdot 3 \cdot 5 = \frac{30 \cdot 64}{17} = 128$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 960 \\ 04 \\ \hline 3840 \\ 000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 384 \overline{) 34} \\ 34 \\ \hline 24 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 0,4 \\ \hline 300 \\ + 600 \\ \hline 30,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ 8,4 \\ \times 8,4 \\ \hline 296 \\ + 672 \\ \hline 2816 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 64 \\ \times 0,4 \\ \hline 256 \\ + 00 \\ \hline 25,6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 2 \\ \hline 39 \end{array}$$

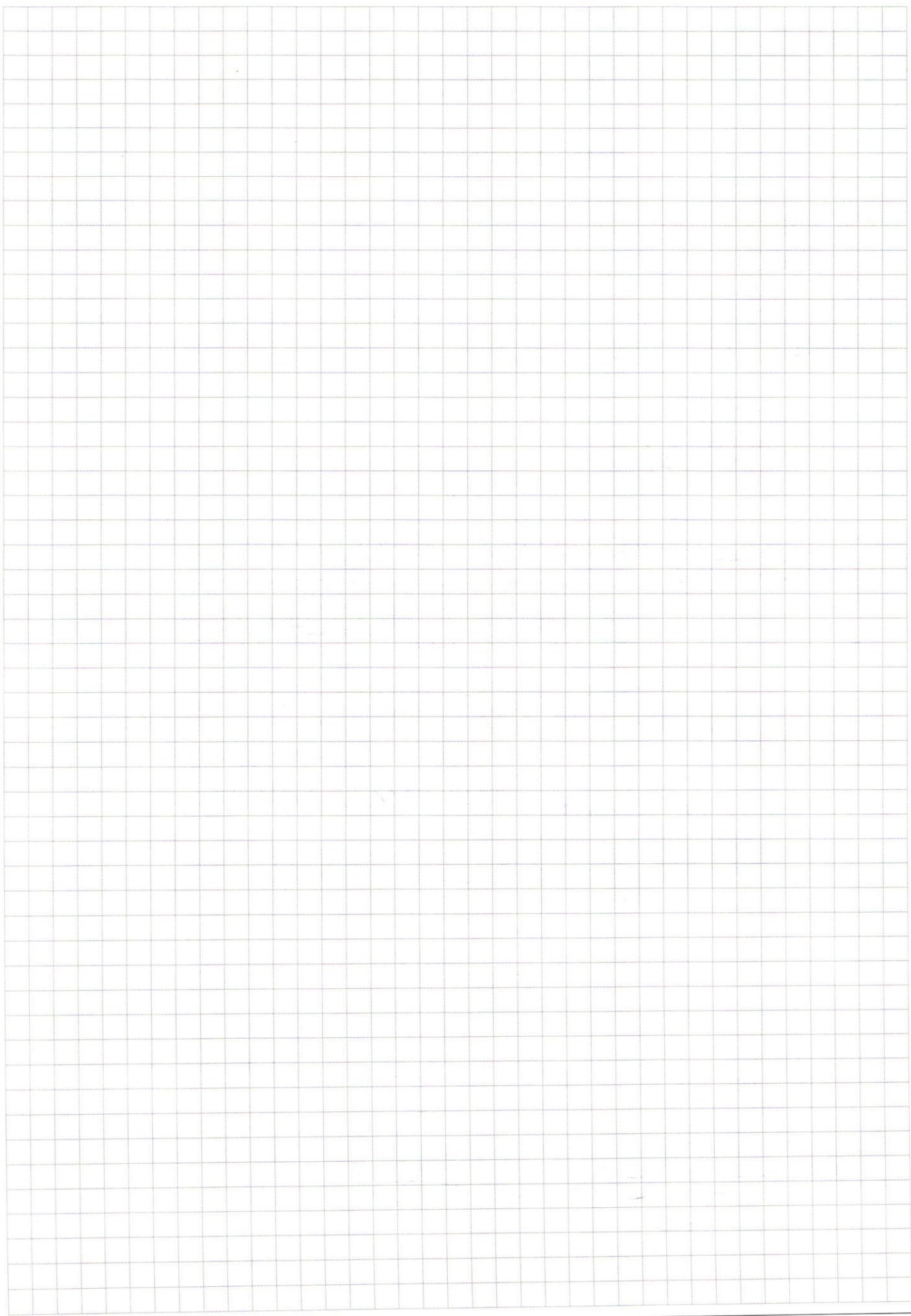
$$\begin{array}{r} 25 \\ 26 \\ \times 15 \\ \hline 130 \\ + 260 \\ \hline 390 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 30 \\ 64 \\ \times 20 \\ \hline 120 \\ + 180 \\ \hline 1920 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 39,6 \\ 34 \\ \times 1,56 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,12 \times 0,64 \times 15 = 3,5 \\ 14 \cdot 2 = 30,64 \\ 14 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1920 \\ 34 \\ \hline \end{array}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$Q_{31} + Q_{23} + Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1)$$

$$pV = \nu R T_1$$

$$\eta = 1 - \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1)}{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{\nu R T_1}{2} (\lambda^2 - 1)}$$

нужно, чтобы эта формула была
максимально

$\Rightarrow$ знаменатель минимальной.

$$\left(\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{\nu R T_1}{2} (\lambda^2 - 1) \right)' = 0$$

$$\frac{\nu R T_1}{2} 2\lambda = 0 \Rightarrow \lambda = 0$$

$$\frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 - \frac{\nu R T_1}{2} = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \nu R T_1$$

Ответ: 1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$; 2) $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3; 3)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Какой заряд уток $q^* = \left| -\left[(U_0 + \varepsilon) - C U_1 \right] \right| =$
 $= \left| -C U_0 - C \varepsilon + C U_1 \right| =$
 $= \left| -C (U_0 + \varepsilon - U_1) \right| = C (U_0 + \varepsilon - U_1)$

Запишем $\boxed{A_0 = \varepsilon C (U_0 + \varepsilon - U_1)}$

Запишем ЗЭЭ:

от мом. когда замкнули до
мом., когда $I = I_{\max}$.

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

подставим числа, чтобы было легче
считать:

$$\frac{10^{-5} \cdot 81}{2} - 6 \cdot 10^{-5} \cdot (-3) = \frac{0,4}{2} \cdot I_{\max}^2 + \frac{10^{-5} \cdot 49}{2}$$

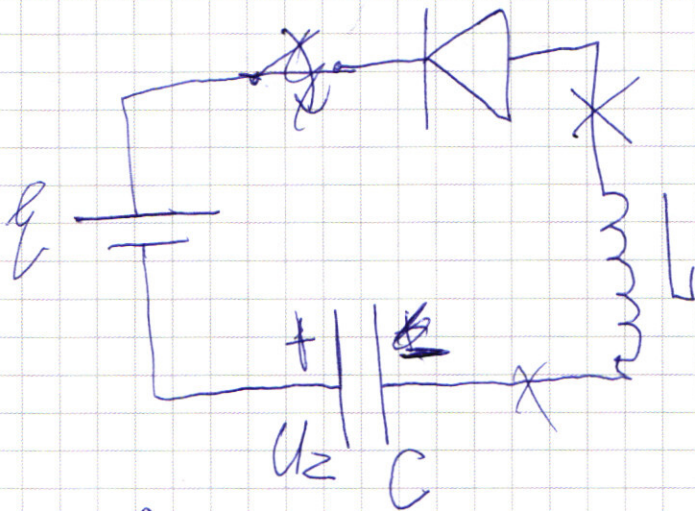
$$0,2 I_{\max}^2 = \frac{10^{-5} \cdot 81}{2} - \frac{10^{-5} \cdot 49}{2} - 6 \cdot 10^{-5} \cdot (-3)$$

$$0,2 I_{\max}^2 = 10^{-5} \cdot 16 + 18 \cdot 10^{-5} = 34 \cdot 10^{-5}$$

$$* I_{\max}^2 = 5 \cdot 34 \cdot 10^{-5} = 170 \cdot 10^{-5} = 17 \cdot 10^{-4} = \frac{17}{10^4}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{17}{10^4}} = \sqrt{\frac{17}{10^2}} \approx 4 \cdot 10^{-2} \text{ A.}$$

3) Рассчитаем установившийся ток.
Тогда тока в цепи нет.



Ответ: 1) $4,5 \text{ A}$; 2) $4 \cdot 10^{-2} \text{ A}$; 3)

№2 (продолжение)

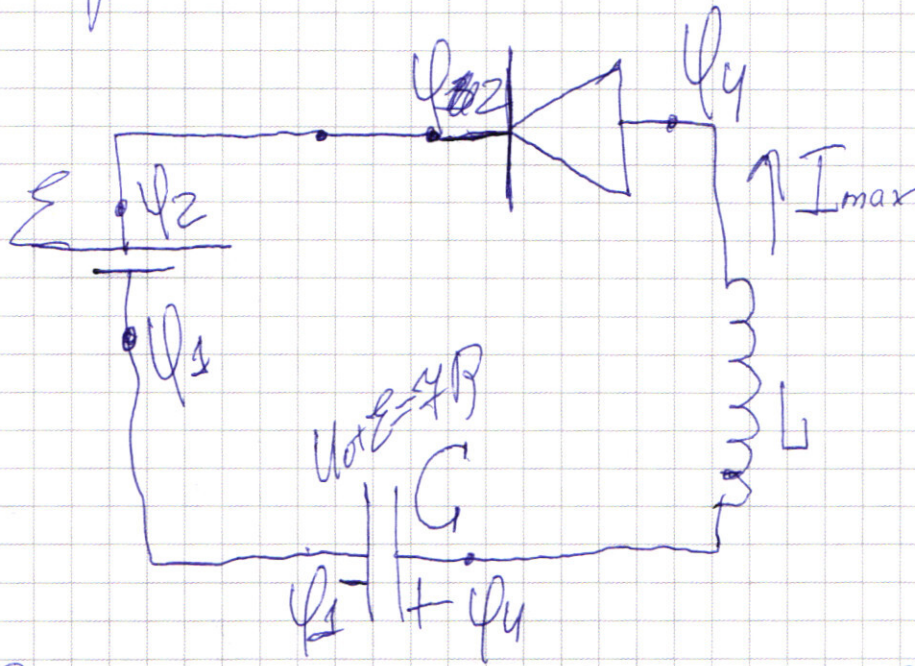
3) Напомним, что на 1-2-Тепло подводят
на 2-3 Тепло отводят
на 3-1 Тепло отводят.

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_C}{Q_H} = 1 - \frac{Q_C}{Q_H}$$

$$Q_H = Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{\nu R}{2} (\lambda^2 - 1)$$

N4 / приложение

2) В мом. когда есть максимальный ток диод открыт и на нем напряжение U_0



$$U_L = 0, \text{ т.к. } I_{\max} = 0.$$

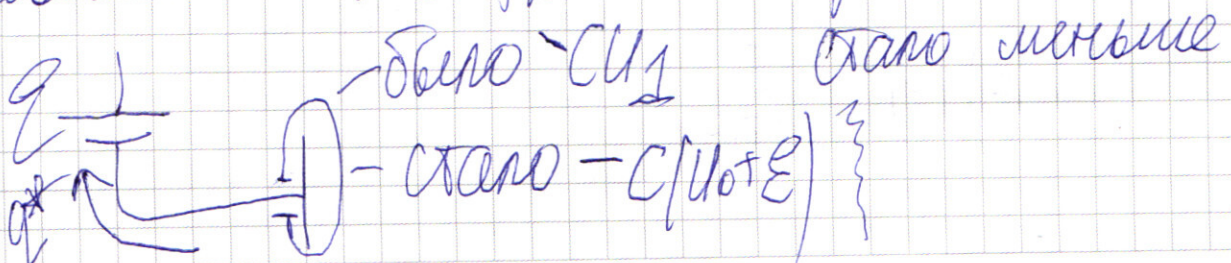
Когда напряжение на конденсаторе

$$\varphi_2 - \varphi_1 = E; \quad \varphi_4 - \varphi_3 = U_0$$

$$\varphi_4 - \varphi_2 = U_0 \Rightarrow \varphi_4 - \varphi_1 = U_0 + E = 1\text{В} + 6\text{В} = 7\text{В}$$

$\Rightarrow$ положительный заряд на правой обложке

Возьмем какой заряд притяг или отток к левой пластине конденсатора



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Hauschein $\cos \angle$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$
$$\downarrow$$
$$1 + \tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \tan^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{1}{1 + 16}} = \sqrt{\frac{1}{17}}$$
$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{17}}$$

$$= \frac{15}{\sqrt{289}} = \frac{15}{17}$$

$$\begin{array}{r} 115 \\ \times 25 \\ \hline 575 \\ 2300 \\ \hline 2875 \end{array}$$

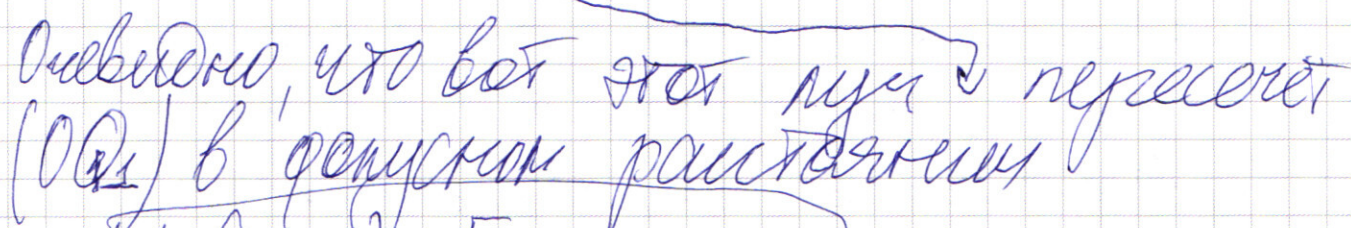
$$\frac{1280}{8 \cdot 153} = \frac{1280}{24}$$

Amber

$$11. \frac{15}{17} = \frac{25}{16} \cdot 275$$

$$U = \frac{25}{16} \cdot \frac{17}{15} \cdot 28 = \frac{5 \cdot 17}{8 \cdot 3} \gamma = \frac{85}{24} \gamma$$

Answer: 1) $\frac{9}{4}F$; 2) $\tan \alpha = \frac{8}{15}$; 3) $\frac{85}{24} \text{ v}$



$$\Downarrow f g d = \frac{8}{15}$$

$$4 \cdot \cos \alpha = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot 2\delta$$

1 ~~Das~~ Zernand

$$\Rightarrow U \cos \alpha = \frac{25}{16} \cdot 2 \cdot 8$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~s^*~~ s^* Ответа вправо со скоростью 20.

s^* - действительный предмет для линзы. Запишем формулу тонкой линзы.

Заметив, что s^* находится ~~на~~ ~~самом~~ ~~фокусном~~ ~~расстоянии~~ линзы $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ Изображение действительное.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{6F}{5} + \frac{3F}{5}} + \frac{1}{f'} = \frac{1.5}{9F} + \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{F} - \frac{1.5}{9F} = \frac{4}{9F} \Rightarrow \boxed{f' = \frac{9F}{4}}$$

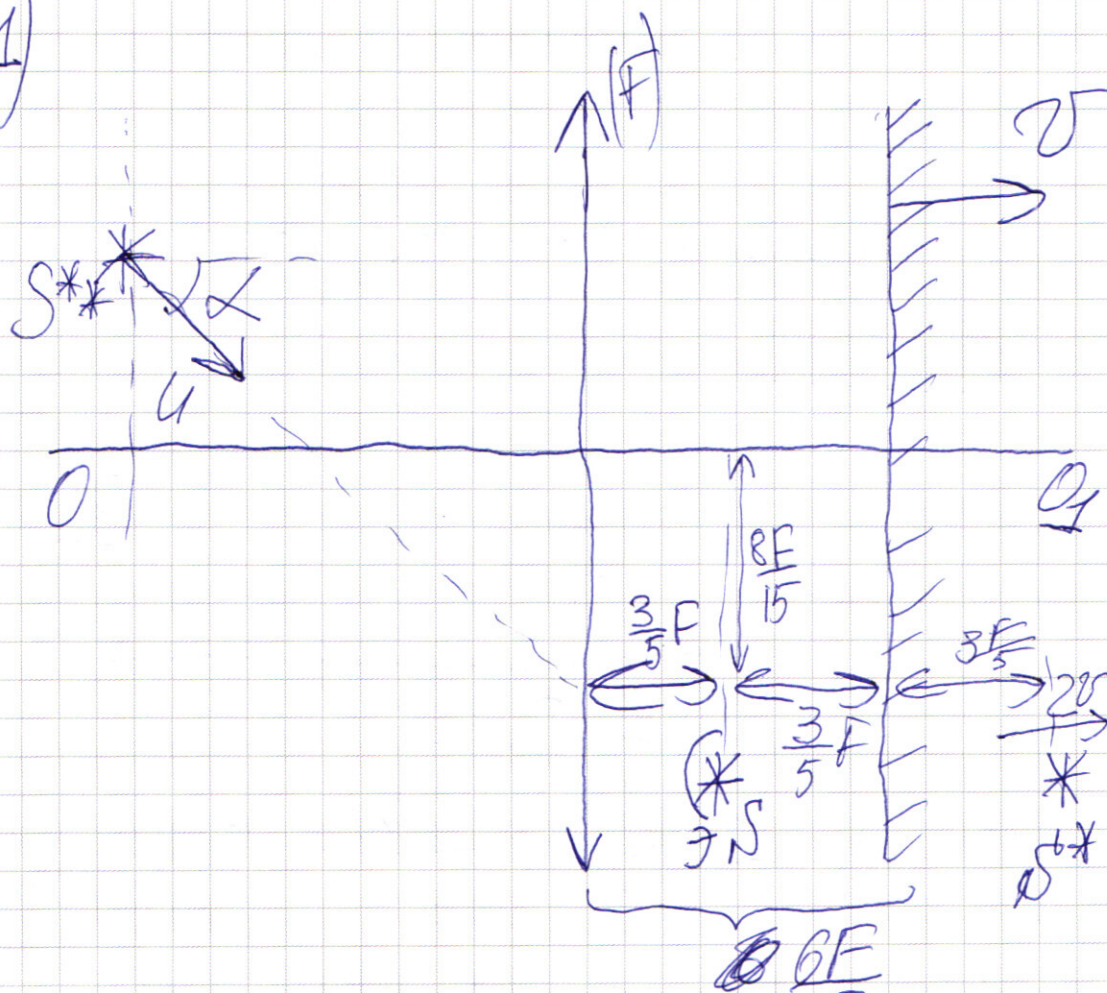
2) Сделаем рисунок уже получше, с учётом найденных значений.

Очевидно, что лучи, на которых лежат скорости световых волны пересекаются в одной точке. Т.к. линза собирающая, то лучи, составляющие скорости направлены (это видно из формулы $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f'}$)

$F; \mathcal{U};$
 1) $f = ?$
 2) $d = ?$
 3) $u = ?$

$\sqrt{5}$

1)



1) Расстояние м/у зеркалом и источником

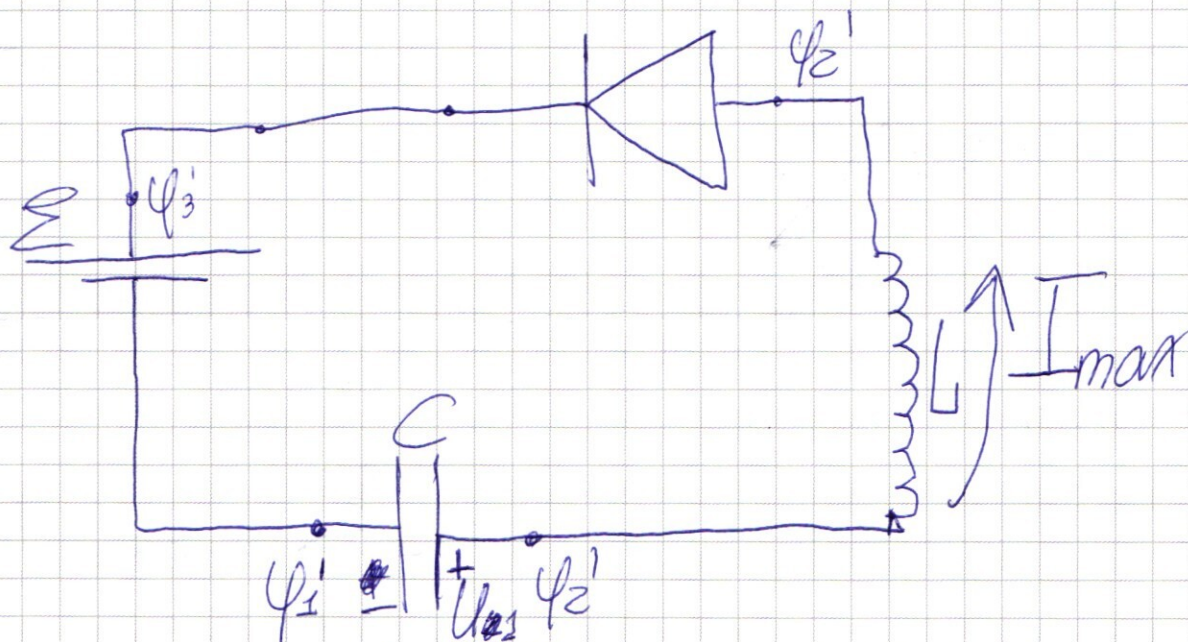
$$\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{3F}{5}$$

Зеркало создаёт изображение S^* , находящееся на расстоянии $\frac{3F}{5}$ от зеркала

Поймем с какой скоростью движется S^* относительно земли

В со линзы S движется влево со скоростью $U \Rightarrow S^*$ движется вправо со скоростью U и наоборот

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$q = CU; \quad I = \frac{dq}{dt} = \frac{d(CU)}{dt} = C \frac{dU}{dt} = CU'$$

Если $I = I_{\max}$, то как мы ведем

$$U_L = L \frac{dI}{dt} \rightarrow U_L = 0$$

~~$$\begin{aligned} \varphi_1' - \varphi_2' &= U_2 \\ \varphi_1' - \varphi_3' &= \varepsilon \end{aligned}$$~~

$$\varphi_2' - \varphi_1' = U_2$$

~~$$\varphi_1' - \varphi_3' = \varepsilon$$~~

$$\varphi_3' - \varphi_1' = \varepsilon$$

$$\varphi_1' = \varphi_2' - U_2 \Rightarrow \varphi_3' - \varphi_2' + U_2 = \varepsilon$$

$$\varphi_2' - \varphi_3' = U_2 - \varepsilon$$

(Продолжение решения
через несколько страниц)