

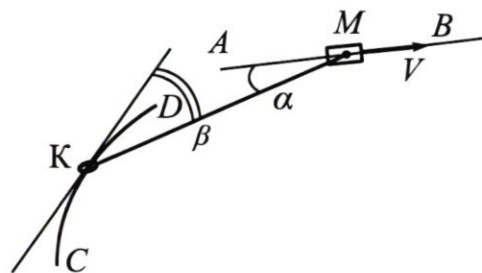
Олимпиада «Физтех» по физике, с

Вариант 11-02

Класс 11

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

1. Муфту M двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K 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.



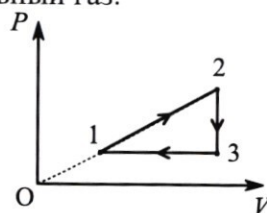
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

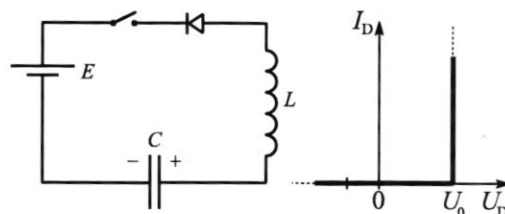
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

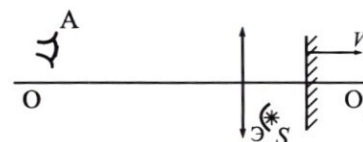


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана $\mathcal{E}$, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1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

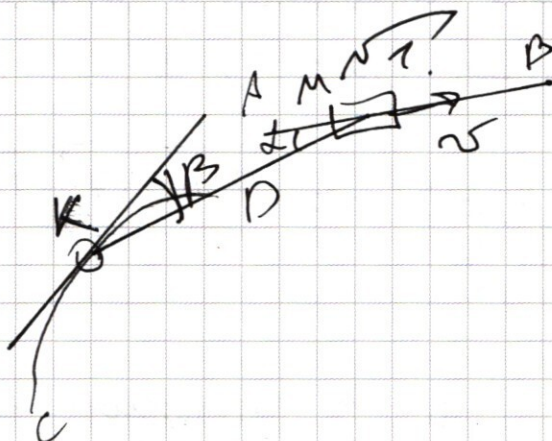
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель A сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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



$$m = 1 \text{ кг}$$

$$v = 40 \text{ км/ч}$$

$$R = 1,7 \text{ м}$$

$$l = 17R$$

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

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

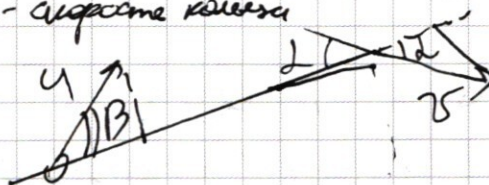
1) Так как трас

неразрывна, то скорости муфта и колеса в проекции на нее равны.

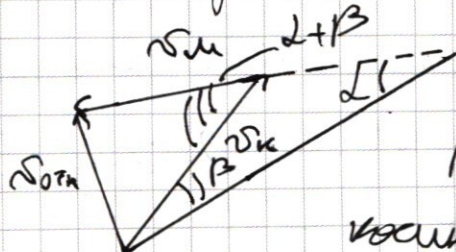
$u \cos \beta = v \cos \alpha$, где u - скорость колеса

$$u = \frac{v \cdot 3 \cdot 17}{8 \cdot 5} = \frac{51}{40} v$$

$$= 51 \text{ км/ч}$$



2.) Нарисуем треугольник скоростей: $\vec{v}_{отн} = \vec{v}_k - \vec{v}_m$, где $\vec{v}_k$ - скорость колеса, $\vec{v}_m$ - скорость муфты.



из геометрии: напротив угла $2 + \beta$ лежит $v_{отн}$

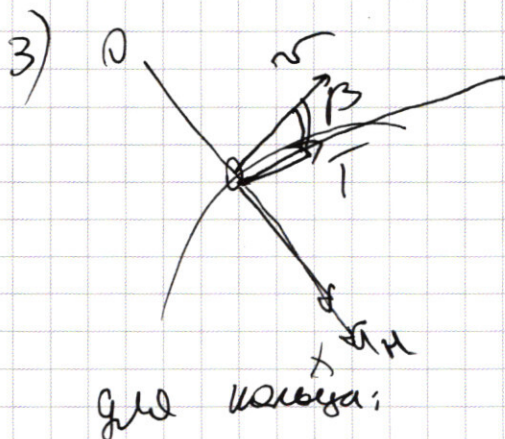
Вспомогательная теорема косинусов для данного треугольника:

$$v_{отн}^2 = v_m^2 + v_k^2 - 2 v_m \cdot v_k \cdot \cos(2 + \beta)$$

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

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

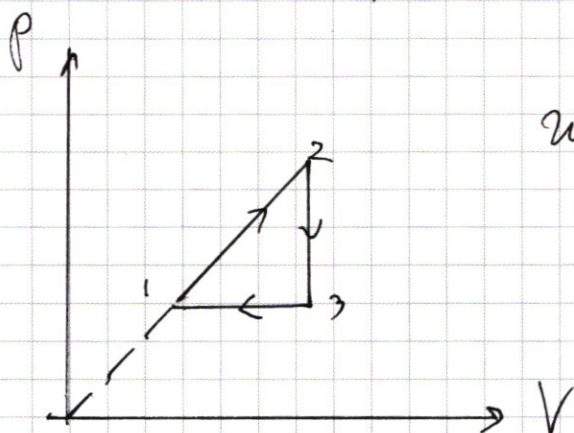
$$\Rightarrow v_{отн} = \sqrt{600 + 2601 + 48 \cdot 36} = 5423 \text{ км/ч}$$



у кинематики присутствует только нормальное ускорение, направленное $\perp$ и обратно. Сила натяжения T действует вдоль траектории $\Rightarrow$ 2 3 и на ось x

$$T \sin \beta = \frac{mv^2}{R} = \frac{1 \cdot 0,51^2}{1,7} \Rightarrow \boxed{T = 0,1734 \text{ Н}}$$

$\sqrt{2}$.



1) Из графика видно, что температура повышается в процессах 2-3, 3-1
2-3, $V = \text{const} \Rightarrow A = 0$
из первого закона термодинамики: $Q_{23} = \Delta U =$

$$= \frac{3}{2} \nu R \Delta T; Q_{23} = C_{23} \Delta T \Rightarrow C_{23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T} = \frac{3}{2} R, \text{ где } \Delta T = (T_3 - T_2)$$

3-1. изобара ($p = \text{const}$): $Q = \Delta U + A_2 = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + p(V_1 - V_3)$, где T_1, T_3 - температура в точках 1 и 3, а p - давление в этом процессе. Из закона Менделеева-Клапейрона для данных точек имеем, что

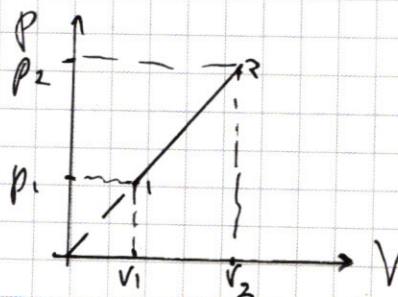
$$A_2 = p(V_3 - V_1) = \nu R T_3 - \nu R T_1 = \nu R (T_3 - T_1) \Rightarrow Q_{3-1} = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

$$Q_{3-1} = C_{3-1} (T_1 - T_3) \Rightarrow C_{3-1} = \frac{Q_{3-1}}{\Delta T} = \frac{5}{2} R$$

$$\boxed{\frac{C_{2-3}}{C_{3-1}} = \frac{3}{5}}$$

2) Пусть p_1, V_1, T_1 - давление, объем, температура для точки 1, p_2, V_2, T_2 - для точки 2

$$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + A_{1-2}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$A_{21-2} = S_{\text{изобар}} = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$, из закона Менделеева-Клапейрона заменим $p_2 V_2$ на $\nu R T_2$, $p_1 V_1$ на $\nu R T_1$, тогда

$$A_{21-2} = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) \Rightarrow Q = 2 \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\boxed{\frac{Q_{1-2}}{A_{21-2}}} = \frac{2 \nu R (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)} = \boxed{4}$$

3.) $\eta_{\text{цикла}} = \frac{Q}{Q_{\text{н}}}$, где $Q = Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-1}$

$$Q_{1-2} = 2 \nu R (T_1 - T_2)$$

$$Q_{\text{н}} = Q_{1-2} \text{ (так как там тепло подводится)}$$

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

$$Q_{3-1} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1)$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \nu R (T_1 - T_2) + \frac{2}{5} \nu R (T_3 - T_1)}{2 \nu R (T_1 - T_2)} \quad (Q = A_{\text{цикла}})$$

$$\eta = \frac{5(T_1 - T_2) + 4(T_3 - T_1)}{20(T_1 - T_2)} = \frac{5T_1 - 5T_2 + 4T_3 - 4T_1}{20T_1 - 20T_2} = \frac{T_1 - 5T_2 + 4T_3}{20T_1 - 20T_2}$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_1 V_2 = \nu R T_3 \quad (V_2 = V_3, p_1 = p_3)$$

из подобия:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = k, \quad k - \text{коэффициент подобия}$$

$$p_2 = p_1 k \Rightarrow T_2 = T_1 k^2$$

$$V_2 = V_1 k$$

$$\eta = \frac{T_1 - 5k^2 T_1 + 4T_3}{20(T_1 - T_1 k^2)}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_3} \quad (\text{изходим уравнение Менделеева - Клапейрона})$$

$$\frac{p_2}{p_1} = k = \frac{T_2}{T_3} \Rightarrow T_3 = \frac{T_2}{k} = \frac{T_1 k^2}{k} = T_1 k$$

$$\eta_r = \frac{T_1 - 5 T_1 k^2 + 4 T_1 k}{20 T_1 (1 - k^2)} = \frac{-k^2 + 4k + 1}{20(1-k)(1+k)}$$

Чтобы найти максимум, возьмем производную по k ,

$$\eta_r' = ((-k^2 + 4k + 1) \cdot (20 - 20k^2)^{-1})' = \frac{-2k + 4}{20(1-k^2)} - \frac{(-k^2 + 4k + 1)}{20^2(1-k^2)^2} = 0$$

$$= \frac{(-2k + 4)20(1-k^2) + k^2 - 4k - 1}{20(1-k^2)^2} = 0$$

$$(-40k + 80)(1 - k^2) + k^2 - 4k - 1 = 0 \Rightarrow -40k + 40k^3 + 80 - 80k^2 - k^2 + 4k - 1 = 0$$

$$40k^3 - 81k^2 - 36k + 79 = 0$$

Если не расписывать работу, а темпому, то имеем:

$$\eta_r = \frac{2(T_1 - T_2) + \frac{3}{2}(T_2 - T_3) + \frac{5}{2}(T_3 - T_1)}{2(T_1 - T_2)} = \frac{-k^2 + 2k - 1}{4 - 4k^2}$$

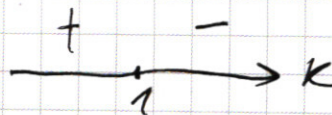
(Этот получился после всех замен и связей T)

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

$$\eta_r' = \frac{(k+1) - 4(1-k)}{16(1-k)^2} = 0$$

$$k + 1 - 4 + 4k = 0$$

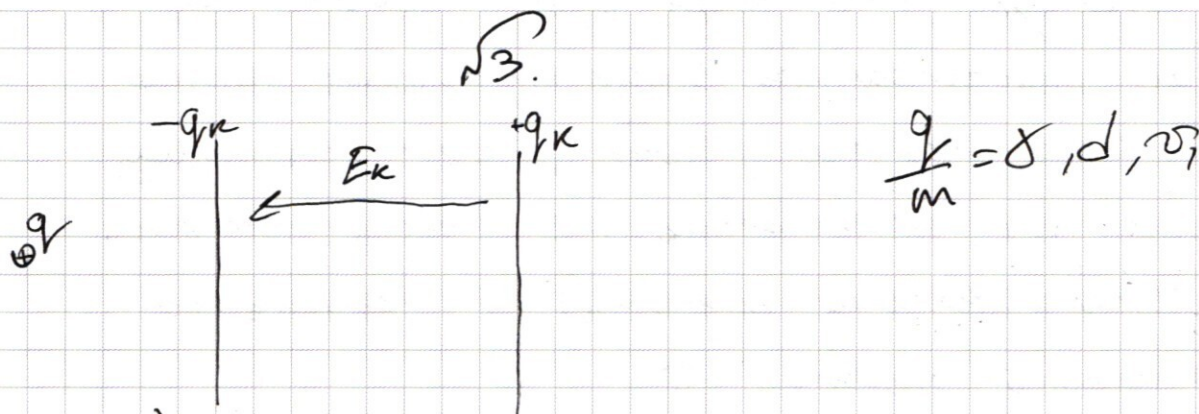
$$-3k = -3 \Rightarrow k = 1$$



$\eta_{r \max}$ получается при $k=1$

$$\boxed{\eta_{r \max} = \frac{2}{4} = 0.5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1.) Пластина имеет положительный заряд, а внутри конденсатора устанавливается $\Rightarrow E_k$ направлено против движения пластины $\Rightarrow$ левая обкладка имеет заряд $(+q_k)$ правая $(-q_k)$. Пале внутри конденсатора ускоряется $\Rightarrow$ ускорение на пластину постоянно.

23 и где kei : $E_k q = ma \Rightarrow a = \frac{E_k q}{m} = E_k \delta$

Законы движения для пластины:

$$x = v_1 t - \frac{a t^2}{2}$$

$$v = v_1 - at$$

В момент остановки $x = 0,8d$

$$t = T, \text{ а } v = 0 \Rightarrow v_1 = aT;$$

$$aT^2 - 2v_1T + 1,6d = 0$$

$$a = \frac{2v_1T - 1,6d}{T^2}; \quad v_1 = \left(\frac{2v_1T - 1,6d}{T^2} \right) \cdot T$$

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

$$2.) E_k = \frac{a}{\delta}; \quad U = Ed = \frac{ad}{\delta} = \left(\frac{2v_1T - 1,6d}{T^2} \right) d$$

$$U = \frac{(2 \cdot 1,6d - 1,6d)v_1^2 \cdot d}{1,6d^2 \delta} = \frac{1,6d \cdot v_1^2}{1,6 \cdot \delta \cdot 1,6d} = \frac{v_1^2}{1,6\delta}$$

$$\boxed{U = \frac{v_1^2}{1,6\delta}}$$

3) При дальнейшем движении пластины после установившейся она начнет вновь разогнаться, только в противоположную сторону и при прохождении левой обкладки конденсатора будет иметь скорость v_0 . После конденсатора разогнаться только внутри его, а снаружи равно $\rho \Rightarrow$ на пластину никаких сил действовать не будут (которые будут менять значение скорости) $\Rightarrow$ скорость на бесконечности равна v_0 ,
 $\sqrt{4}$

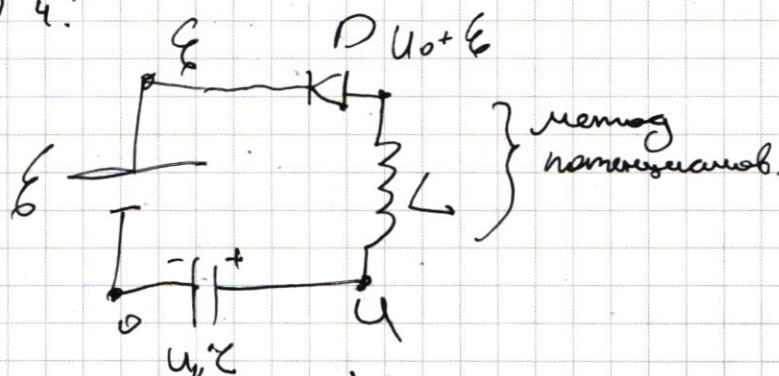
$$\mathcal{E} = 3\text{ В}$$

$$C = 20 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 6\text{ В}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1\text{ В}$$



1) сразу после ΔK напряжение U_C на нем не меняется $\Rightarrow U_C = U_1$,

$$U_L = U_1 - U_0 - \mathcal{E} = 2\text{ В}$$

$$U_L = -L \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{U_L}{L} = \frac{2\text{ В}}{0,2 \text{ Гн}} = 10 \text{ В/Гн}$$

$$\dot{I} = 10 \text{ В/Гн}$$

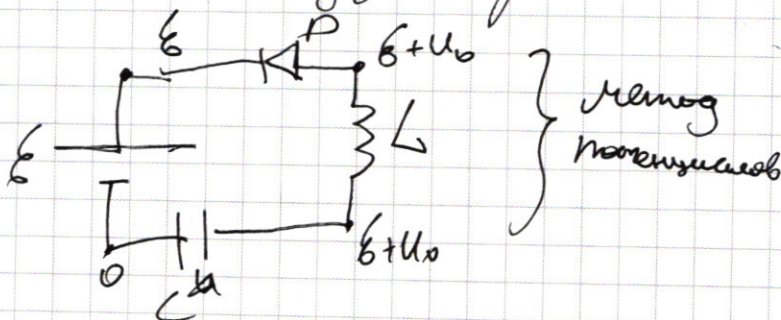
2) максимальный ток будет протекать, когда $U_L = 0$

В этот момент

$$U_C = \mathcal{E} + U_0$$

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

Затем $3C \Rightarrow$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Delta S = Q + \Delta W_{\text{внут}}, \quad Q = 0 \text{ (нет разности потенциалов)}$$

$$W_{\text{внут}} = \frac{CU_1^2}{2}; \quad W_{\text{внут}} = \frac{C(\phi + U_0)^2}{2} + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$$

Для нахождения ΔS найдем изменение заряда на обкладках конденсатора. Было $+U_1 C$, стало $+C(\phi + U_0)$

$$\Delta S = C\phi(\phi + U_0 - U_1) = -6C, \quad \text{Также будет работа индукции}$$

$$-6C = \frac{16C}{2} + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} - \frac{36C}{2} - 2C = -2C$$

$$-6C = 8C + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} - 20C \Rightarrow \frac{6}{2}C = \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$$

$$I_{\text{max}}^2 = \frac{12}{L} = \frac{12}{8 \cdot 10^{-6} \cdot 5} = \frac{60}{40} \cdot 10^6 \Rightarrow I_{\text{max}} = \sqrt{1.5} \cdot 10^3 \text{ A}$$

$$= \sqrt{1.5} \text{ kA}$$

$$\boxed{I_{\text{max}} = \sqrt{1.5} \text{ kA}} \quad \boxed{I_{\text{max}} = \sqrt{1.5} \text{ kA}}$$

σ, F

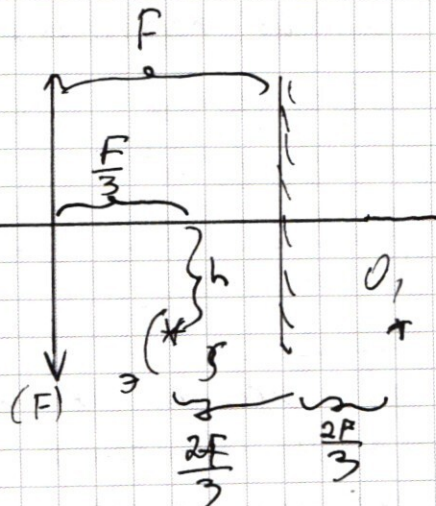
$$h = \frac{8F}{15}$$

1) Экран закрывает

источник линзу от источника, следовательно
лучи все лучи идут лишь на

зеркало $\Rightarrow$ изображение от источника

будет наблюдаться в том же таком же расстоянии.



Расстояние от источника до зеркала = $F - \frac{F}{3} = \frac{2F}{3} \Rightarrow$

$\Rightarrow d$ - расстояние предмета где линза до самой линзы

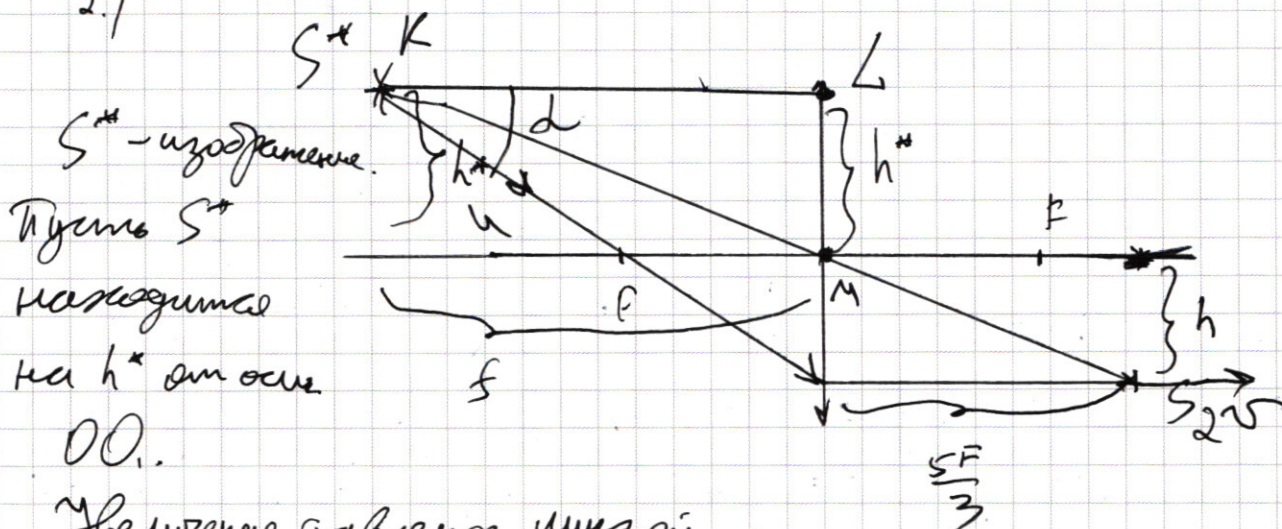
$d = F + \frac{2F}{3} = \frac{5F}{3}$; $d > F \Rightarrow$ изображение будет действительным.

Телесным. Воспользуемся формулой тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \text{ где } f - \text{расстояние от изображения до линзы.}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{3}{5F} + \frac{1}{f} \Rightarrow \boxed{f = \frac{5}{2} F}$$

2.)



Увеличение, даваемое линзой

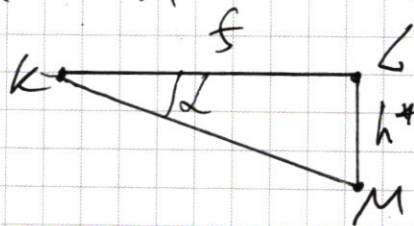
$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3}{2} \Rightarrow h^* = \Gamma \cdot h = \frac{3}{2} F \cdot \frac{2}{5} = \frac{4}{5} F$$

Пусть u - скорость изображения, она пересекает линзу в точке пересечения со скоростью предмета.

Найдем α из треугольника KLM

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h^*}{f} = \frac{4F \cdot 2}{5 \cdot 5F} = \frac{8}{25}$$

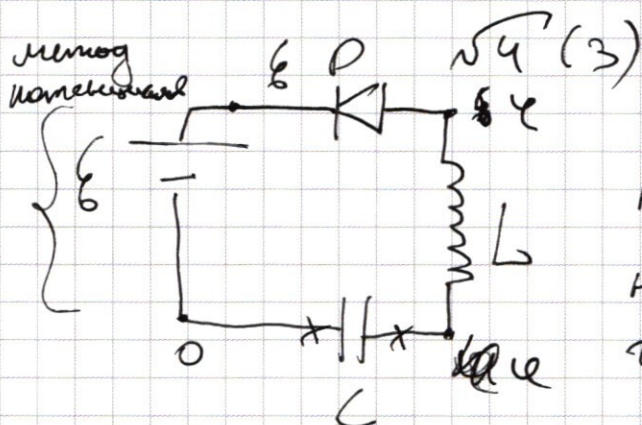
$$\boxed{\alpha = \arctg \frac{8}{25}}$$



3) Зеркало движется со скоростью $v \Rightarrow$ изображение в нем движется со скоростью $2v$. Она продольная. Продольная скорость изображения связана с продольной предмета через Γ : $u_n = 2v \cdot \Gamma$; $u_n = u \cos \alpha$, $\cos \alpha = \frac{25}{\sqrt{689}}$ (из тригонометрии)

$$\boxed{u = \frac{9}{50} \sqrt{689} \cdot v}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Установившееся напряжение
на конденсаторе U_2
настанет тогда, когда ток
через него не будет протекать.

Соответственно во всей цепи не будет тока и
диод D будет закрыт, ~~тогда~~ ток постоянен, равен 0 $\Rightarrow$
 $\Rightarrow U_L = 0$. ~~Ток протекать~~. Воспользуемся ЗСЭ:

ЭВЭ заряд U, C , стал U_2 , работа Диода $D =$
 $= U_d (U - U_1); AS = \varepsilon C (U - U_1); W_{\text{пот}} = \frac{C U_1^2}{2}; W_{\text{кон}} = \frac{C U^2}{2}$

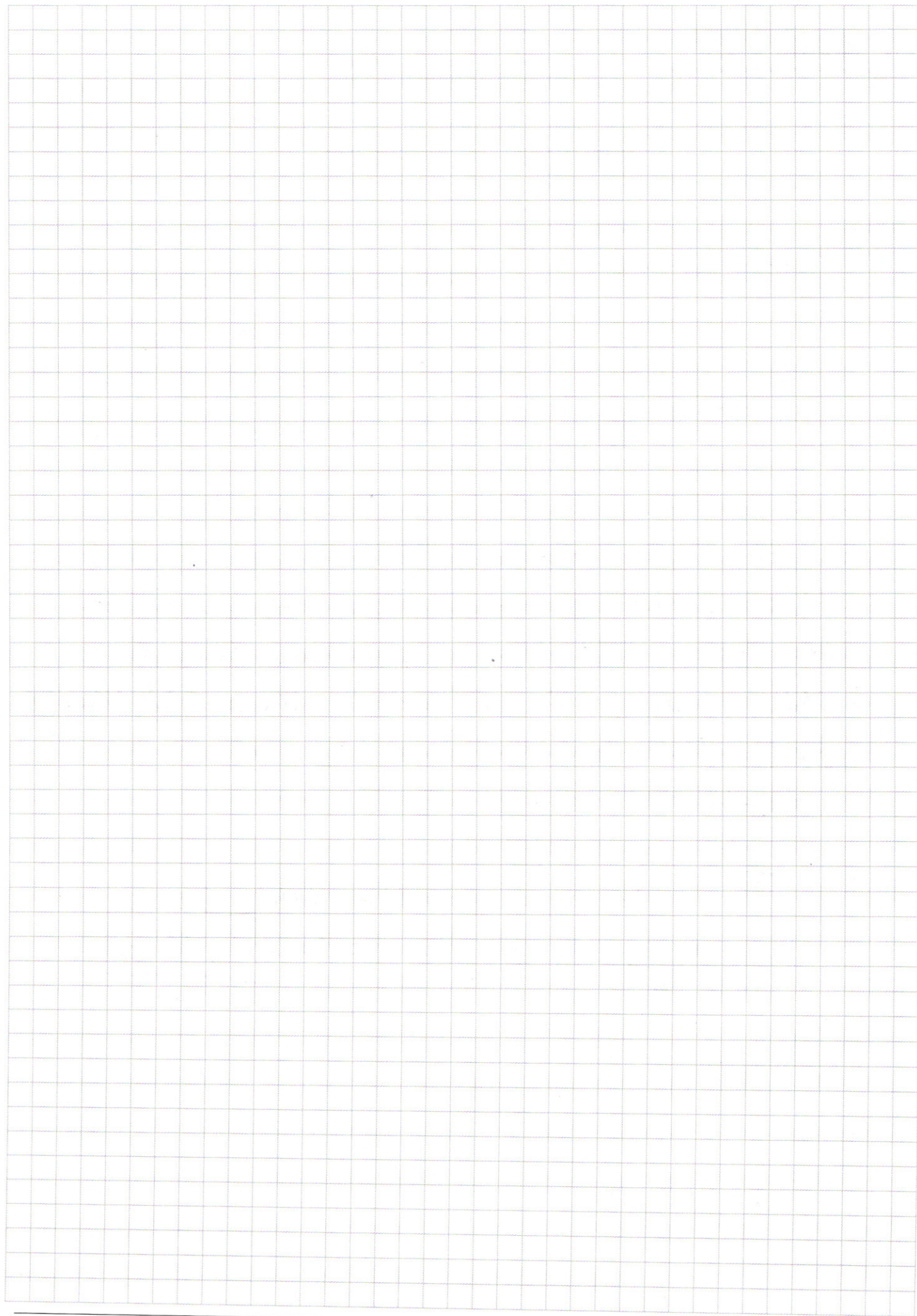
$$\varepsilon C (U - U_1) = U_d C (U - U_1) + \frac{C U^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$3U - 18 = U - 6 + \frac{U^2}{2} - 18$$

$$\frac{U^2}{2} - 2U - 6 = 0 \quad | \cdot 2$$

$$U^2 - 4U - 12 = 0 \Rightarrow D = 16 + 48 = 64$$

$$U_{1,2} = \frac{4 \pm 8}{2} = 6; -2 \Rightarrow U = 6 \Rightarrow \boxed{U_2 = 6 \text{ В}}$$

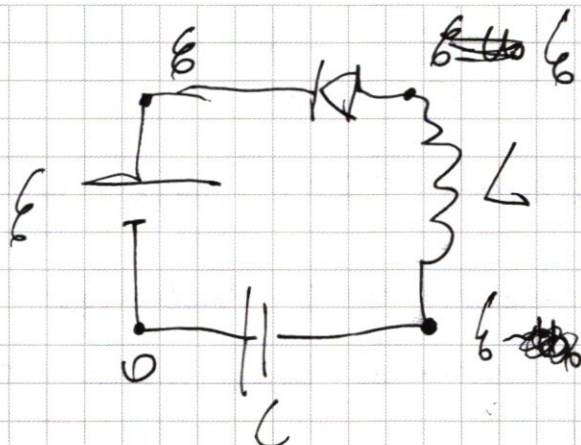


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.)



Уравнение кватрат
 $\Rightarrow I^2 U = E$

$$W_{\text{напеле}} = \frac{CU^2}{2}$$

$$W_{\text{каждого индукции}} = \frac{LI^2}{2} + \frac{C(E-U)^2}{2}$$

$$\frac{CU^2}{2} = \frac{LI^2}{2} + \frac{C \cdot 4}{2}$$

$$\frac{32}{5} = 160$$

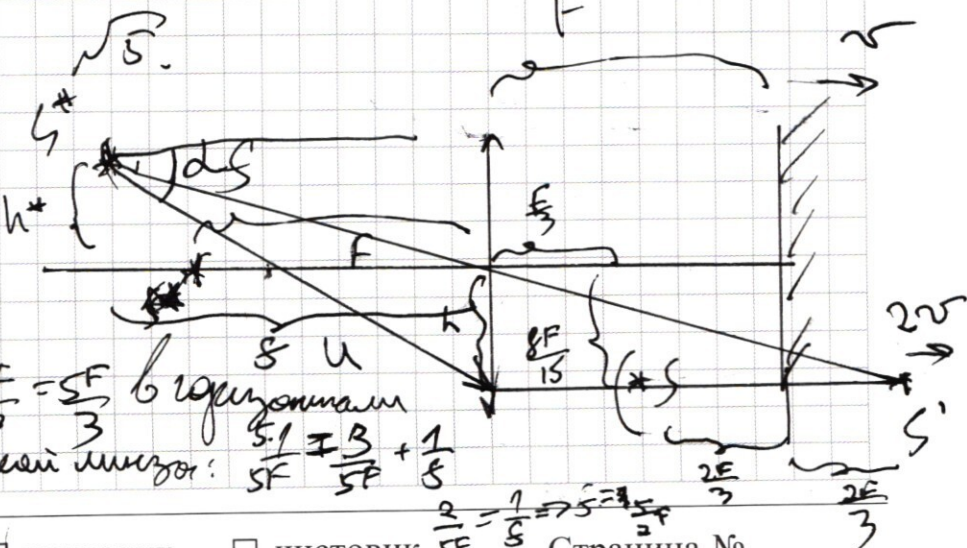
$$36C = \frac{I^2}{5} + 4C \Rightarrow \frac{I^2}{5} = 32C$$

$$I^2 = 160C$$

$$I = \sqrt{160C}$$

3) $E, U_{\text{уст}} = 3V$

1) По выводу из предыдущей задачи будет находиться на расстоянии $\frac{3F+2F}{3} = 5F$ в горизонтальном направлении от фокуса тонкой линзы: $\frac{5 \cdot 1}{5F} + \frac{1}{F}$



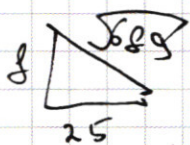
$$2) \quad S = \frac{5F}{82}, \quad \Gamma = \frac{8}{2} = \frac{5F \cdot 3}{2 \cdot 8F} = \frac{3}{2}$$

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

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h^*}{S} = \frac{\frac{4}{5} F \cdot 2}{\frac{5}{5} \cdot 5F} = \frac{8}{25}$$

3.) Ускорение в центре = $2v$, она продольная, пусть u - скорость ускорения линзы через линзу, продольные скорости относятся как Γ^2 , т.е. u в Γ^2 раз на $0.9 = \Gamma^2 \cdot 2v$
и $\cos \alpha = \Gamma^2 \cdot 2v$

$$\cos \alpha = \frac{2v}{\sqrt{689}}$$



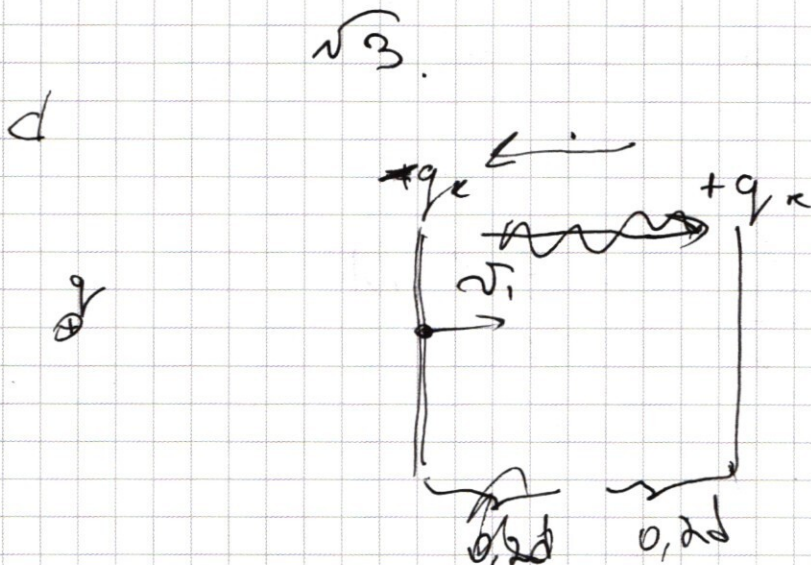
$$u = \frac{9}{42} \cdot \frac{2v \cdot \sqrt{689}}{25} = \frac{9\sqrt{689}}{50} v$$

$$625 + 64u = 625$$

629

$$\begin{array}{r} 27 \\ + 27 \\ \hline 54 \\ 189 \\ 51 \\ \hline 729 \end{array} \quad \begin{array}{r} 28 \\ + 28 \\ \hline 56 \\ 112 \\ 56 \\ \hline 676 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$$E = \frac{q}{\epsilon_0 S}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$q = CU$$

$$q = CdE =$$

1) Так как пластины остановились
то левая пластина с отрицательным
зарядом $-q_k$, а правая с $+q_k$
нале внутри конденсатора

$$= q = \epsilon_0 SE$$

$$E = \frac{q_k}{\epsilon_0 S}$$

$$F = \frac{q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow E q = m a$$

$$a = \frac{E q_k}{m} = \frac{q_k^2}{\epsilon_0 S m}$$

$$v = v_1 - aT$$

$$v_1 = \frac{q_k q}{\epsilon_0 S m} \cdot T$$

$$S = v_1 T - \frac{aT^2}{2} = \frac{q_k^2 T^2}{2 \epsilon_0 S m}$$

$$v_1 T = \frac{q_k^2 T}{\epsilon_0 S m}$$

$$v_1 = \frac{2 v_1 T - 1,6d}{T} \cdot \gamma$$

$$aT^2 - 2v_1 T + \frac{1}{2} 1,6d = 0$$

$$D = aT^2 - 2v_1 T + \frac{1}{2} 1,6d$$

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

$$v_1 = \frac{2v_1 - 1,6d}{T} \cdot \gamma$$

$$v_1 = 1,6d$$

$$T = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$a = \frac{Eqq_k}{m} = E \cdot \delta q_k = \frac{(q_k^2)}{\epsilon_0 S} \cdot \delta$$

$$q_k^2 = \frac{a \epsilon_0 S}{\delta}$$

$$E = \sqrt{\frac{a \epsilon_0 S}{\delta}}$$

$$\sqrt{\frac{a \epsilon_0 S}{\delta}} = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot U$$

$$F = m \cdot a$$

$$Eq = ma$$

$$a = E \delta \Rightarrow E = \frac{a}{\delta} ; U = Ed = \frac{a}{\delta} \cdot d =$$

$$\left(\frac{250,1 - 1,6d}{\delta T^2} \right) \cdot d$$

$$3 \sqrt[3]{\sigma_1}$$

$$\sqrt{4}$$

$$\epsilon = 3B$$

$$C = 20 \mu\text{F}$$

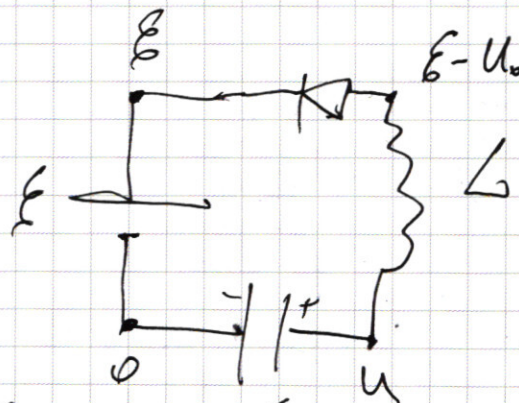
$$U_1 = 6B$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1B$$

$$U - \epsilon = U_0$$

$$U = U_0 + \epsilon$$



$$10 \frac{3}{10}$$

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

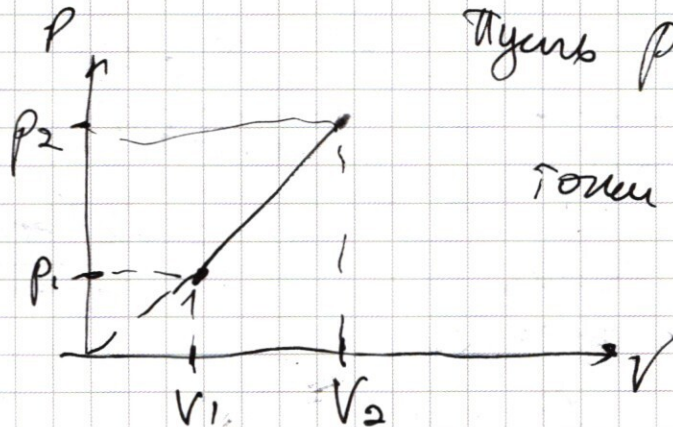
$$U - \epsilon + U_0 = U_L$$

$$I = \frac{U_L}{L} = \frac{4B}{0,2 \text{ Гн}} = 20 \frac{B}{\text{Гн}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

2.)



Пусть p_1, V_1, T_1 — давление, объем, температура для точки 1 и p_2, V_2, T_2 — для точки 2

Из первого закона термодинамики:

$$Q = \Delta U + A_2$$

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

$$Q = \frac{3}{2} Q + A_2$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$\frac{3}{2} Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$A_2 = \oint_{\text{площадь}} = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1), \text{ из}$$

закона Менделеева-Клапейрона заменим $\frac{3}{2} Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$

$p_2 V_2$ на $\nu R T_2$ и $p_1 V_1$ на $\nu R T_1$, тогда

$$A_2 = \frac{1}{2} (\nu R (T_2 - T_1)) \Rightarrow Q = 2 \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{Q}{A_2} = \frac{2 \nu R (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)} = 4$$

3.)

$$\eta_{\text{цикла}} = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}, \text{ где } Q_{\text{н}} = Q_{1-2}$$

$$Q_{\text{х}} = Q_{2-3} + Q_{3-1}$$

$$Q_{1-2} = \left| \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) \right|$$

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

$$Q_{3-1} = \left| \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1) \right|$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} = \frac{2 \nu R (T_1 - T_2) + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1)}{2 \nu R (T_1 - T_2)}$$

$$\frac{1}{2} \nu R (T_1 - T_2) + \frac{2}{5} \nu R (T_3 - T_1) + \frac{2}{5} \nu R (T_1 - T_2)$$

$$\eta = \frac{2(T_1 - T_2) + \frac{3}{2}(T_2 - T_3) + \frac{5}{2}(T_3 - T_1)}{2(T_1 - T_2)} =$$

$$= \frac{4T_1 - 4T_2 + 3T_2 - 3T_3 + 5T_3 - 5T_1}{4T_1 - 4T_2} =$$

$$= \frac{2T_3 - T_1 - T_2}{4T_1 - 4T_2} = \frac{2T_3 - T_1 - k^2 T_1}{4T_1 - 4k^2 T_1} = \frac{2T_1 k - T_1 - k^2 T_1}{4T_1 - 4k^2 T_1} =$$

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

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

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

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_1 V_3 = \nu R T_3$$

$$V_2 = V_3$$

$$p_1 = p_3$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_1}{V_2} \quad (\text{Исходно})$$

$$\frac{p_2}{V_2} = \frac{V_2}{V_1} = k \Rightarrow p_2 = p_1 k \quad V_2 = V_1 k$$

$$T_2 = T_1 k^2$$

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

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_3}$$

$$k = \frac{T_2}{T_3}$$

$$T_3 = \frac{T_2}{k} = \frac{T_1 k^2}{k}$$

$$\eta' = \left((k-1) \cdot (4(k+1))^{-1} \right)' =$$

$$= \frac{1}{4(k+1)} - \frac{(k-1)}{16(k+1)^2} =$$

$$= \frac{4(k+1) - (k-1)}{16(k+1)^2} = 0$$

$$4k+4 - k+1 = 0$$

$$3k+5=0$$

$$k = -\frac{5}{3}$$

$$\rightarrow -\frac{5}{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Из кинематической связи между звеньями
Троса имели,

2)

$\sin \alpha = \frac{4}{5}$
 $\sin \beta = \frac{15}{17}$

$v_{\text{анк}} = \sqrt{v_m^2 + v_k^2 - 2 v_m \cdot v_k \cdot \cos(\beta - \alpha)}$
 $= \sqrt{40^2 + 51^2 - 2 \cdot 40 \cdot 51 \cdot (\cos \beta \cdot \cos \alpha - \sin \beta \cdot \sin \alpha)}$
 $= \sqrt{40^2 + 51^2 - 80 \cdot 51 \cdot (\frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5})}$
 $= \sqrt{1600 + 2601 + 4200 \cdot \frac{36}{85}} = \sqrt{4201 + 1728} = \sqrt{5929} = 77 \text{ м/с}$

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

$v_{\text{анк}} = \sqrt{40^2 + 51^2 - 2 \cdot 40 \cdot 51 \cdot \cos(\beta - \alpha)}$
 $= \sqrt{1600 + 2601 - 4200 \cdot \frac{36}{85}} = \sqrt{4201 - 1728} = \sqrt{2473} = 49.7 \text{ м/с}$

3.)

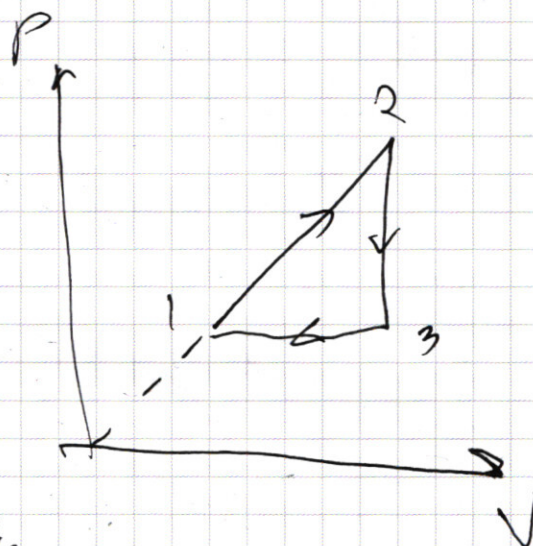
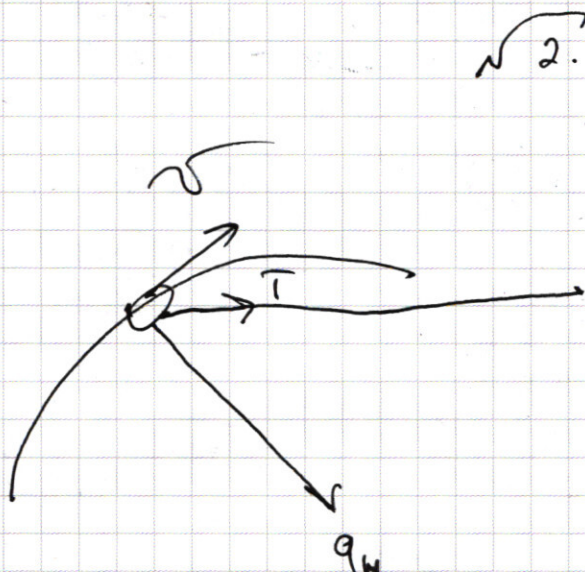
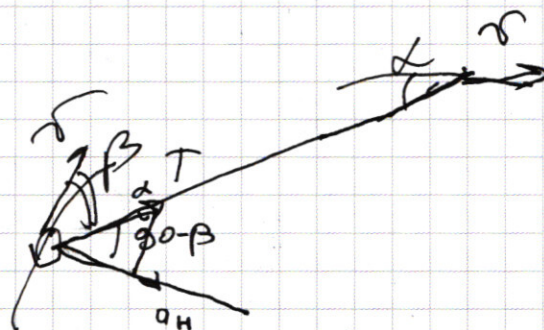
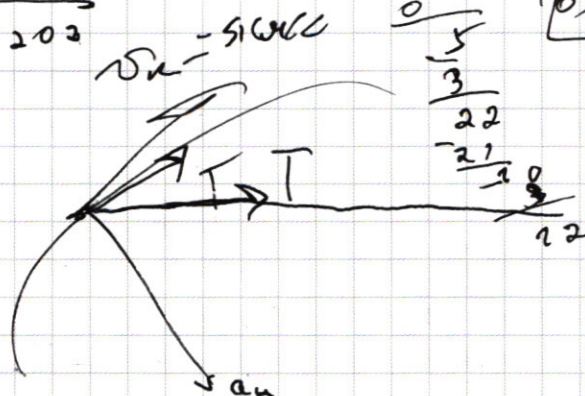
$$\sin \theta T = \frac{mv^2}{R} = m \omega^2 R \quad \frac{1.51^2}{1.7}$$

$$\frac{15}{77} T = \frac{51^2}{1.7} \Rightarrow T = \frac{0.51^2 \cdot 1260^2}{15 \cdot 1.7} = \frac{0.2601 \cdot 2}{3} = 0.1734$$

$$\frac{0.2601}{2} = 0.13005$$

$$\frac{0.5202}{3} = 0.1734$$

$$T = 0.1734 \text{ H}$$



Температура увеличивается на 2-3, 3-1

1) 2-3, изохора $\Rightarrow A=0$, $Q = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$
 $Q = c \nu \Delta T \Rightarrow c = \frac{Q}{\nu \Delta T} = \frac{3}{2} R$

3-1 - изобара: $Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V$, пусть
 V_3 пусть V_3 и V_1 возьмем 2 точки 3 и 1 соответственно,
 T_3 и T_1 и темп.

из закона Менделеева-Клапейрона, имеем:

$$p A = p (V_3 - V_1) = \nu R T_3 - \nu R T_1, \Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T; Q = c \nu \Delta T \Rightarrow c = \frac{Q}{\nu \Delta T} = \frac{5}{2} R$$