

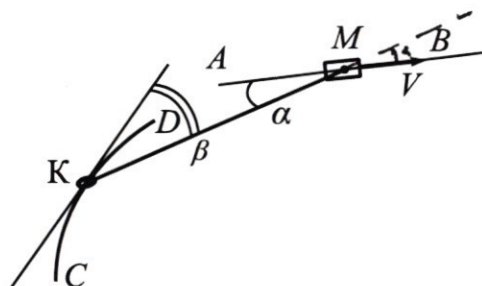
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-04

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

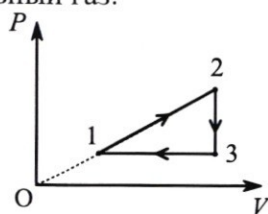
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной 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.

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

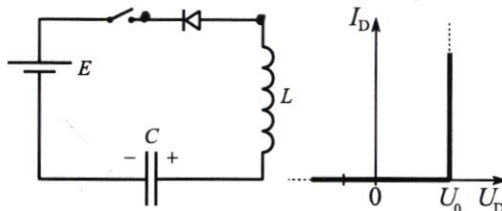
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

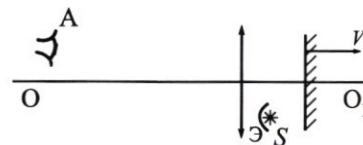
Ключ замыкают.

- 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

Дано:

$$v = 2 \text{ м/с};$$

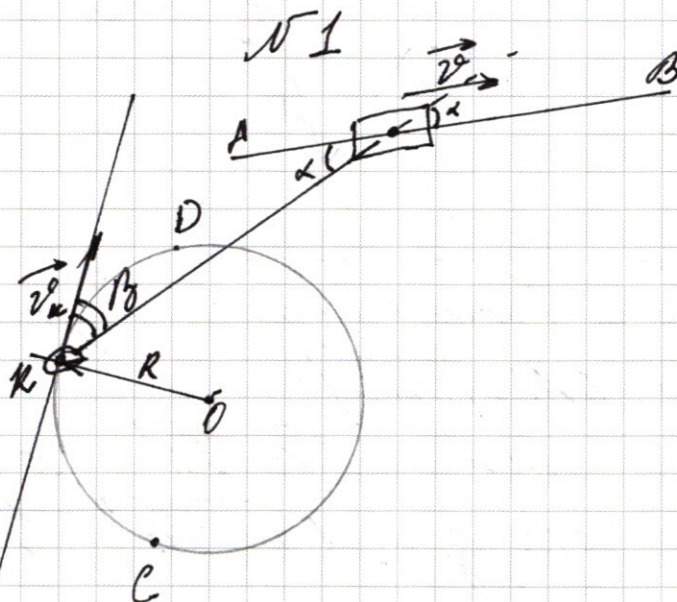
$$m = 0,4 \text{ кг};$$

$$R = 1,9 \text{ м};$$

$$l = 17R/15$$

$$\cos \alpha = 4/5$$

$$\cos \beta = 8/17$$



Найти:

1) v_k - ?

2) $v_{\text{отн}}$ - ?

3) T - ?

1) Трос не растяжимый и не-
материальный $\Rightarrow$ проек-
ции скоростей на
трос одинаковы.

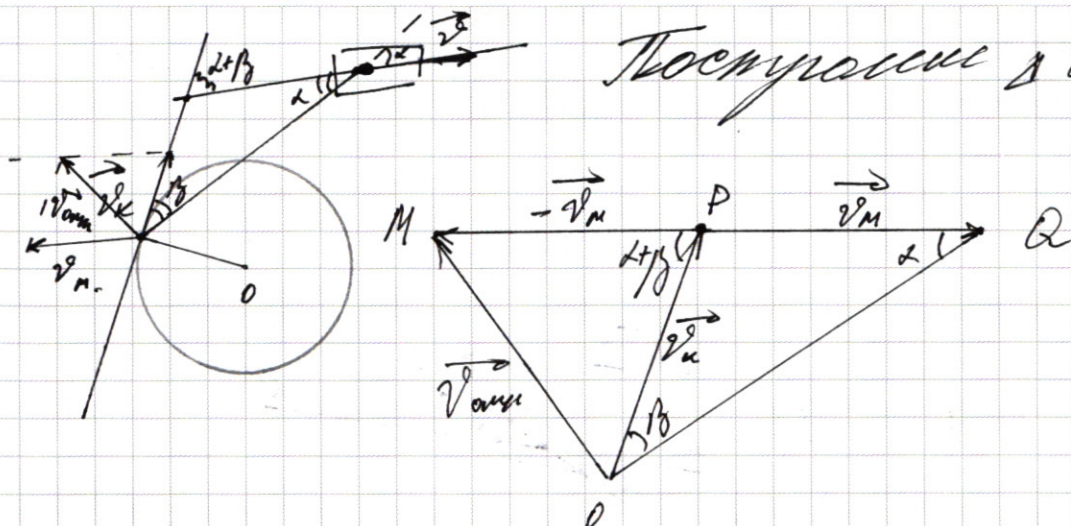
$v_k \cos \beta = v_m \cos \alpha$; $\vec{v}_k \perp R_{(ок)}$ - т.к. дви-
жение по окружности (дуге CD)
 $v_k \cdot \frac{8}{17} = 2 \cdot \frac{4}{5}$; $v_k = \frac{17}{5} = \frac{34}{10} = 3,4 \text{ м/с}$.

$$v_k = 3,4 \text{ м/с}$$

$$v_k = v_m \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

2) Период в СО, связанную с
матой. Выпишем формулы:

Поскольку в скорости



$$\vec{v}_{abc} = \vec{v}_k = \vec{v}_{omk} + \vec{v}_{mkr}; \quad \vec{v}_{mkr} = \vec{v}_m \Rightarrow$$

$$\text{в } \triangle MPO; \quad OM = |\vec{v}_{omk}|;$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5} \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17} \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \frac{64}{289}} = \frac{15}{17}$$

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

$$= \frac{32 - 45}{5 \cdot 17} = -\frac{13}{5 \cdot 17}$$

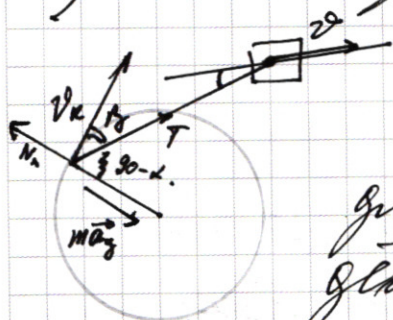
$$\text{по } \triangle \text{ косинусов: } v_{omk}^2 = v_m^2 + v_k^2 - 2 v_m v_k \cos(\alpha + \beta)$$

$$v_{omk}^2 = 4 + \frac{289}{25} + 2 \cdot 2 \cdot \frac{17}{5} \cdot \frac{13}{5 \cdot 17} = \frac{341}{25} + 4 = \frac{441}{25}$$

$$v_{omk} = \frac{41}{5} = \left(\frac{41}{5}\right); \quad v_{omk} = \frac{41}{5} = 8,2 \text{ м/с}$$

$$v_{omk} = 8,2 \text{ м/с}$$

3) Рассмотрим маятник:

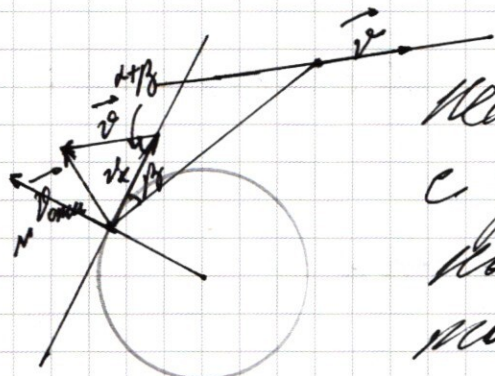


$$\text{по II закону Ньютона:}$$

$$m a_{\tau} = T \cos(\alpha - \alpha) - N$$

для определения N перейдем в СВ маятника и рассмотрим движение по окружности:

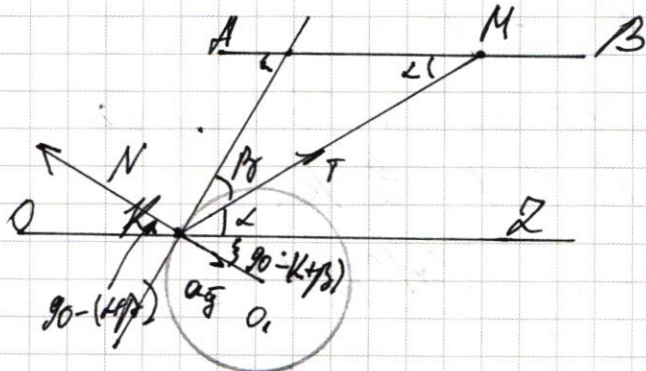
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Заметим, что эта
периодическая смена
с ускорением, т.к. в дан-
ный момент смена пер-
та движется по дуге
некоторой окружности.

Чтобы в общем уравнении a_y
являлось одной величиной, будем
писать закон Ньютона на ось Ox
т.е. на ось AB .

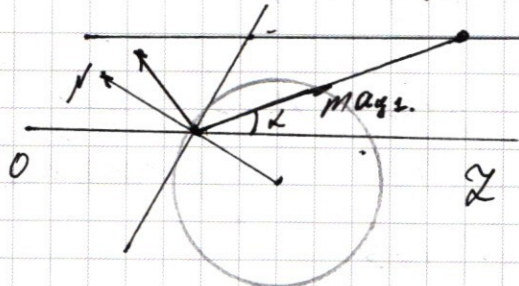
В системе Земля: по Ox :



$$\begin{aligned} m a_y \cos(90 - (\alpha + \beta)) &= \\ &= T \cos \alpha - N \cos(90 - (\alpha + \beta)) \\ m a_y \sin(\alpha + \beta) &= T \cos \alpha - N \sin(\alpha + \beta) \\ m a_y \cos \alpha &= T \cos \alpha - N \sin(\alpha + \beta) \end{aligned}$$

и в общей системе
откачка $\Rightarrow$

В СО инт. М:



$$\begin{aligned} a_y &= v^2 R; \quad a_{y1} = v^2 \frac{17}{15} R \\ m a_y &= T \sin \alpha - N \\ m a_{y1} &= T - N \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \alpha} \\ \frac{17R}{15R} &= \frac{T - N \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \alpha}}{T \sin \alpha - N} \end{aligned}$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} + \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{24}{85} + \frac{120}{85} = \frac{144}{85}$$

$$\frac{14}{15} = \frac{T - \frac{21}{17} N}{\frac{3}{5} T - N}$$

Программирование в конце:

Решение:

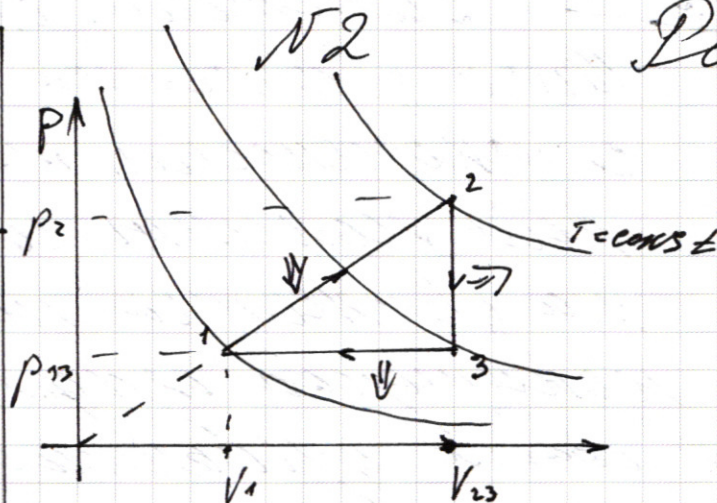
Дано:

$$i = 3$$

$$1) C_v / C_p - ?$$

$$2) \Delta U_{1-2} / A_{1-2} - ?$$

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



1) проведем процесс ~~на участке 1-2~~ поперечным сечением на участке 2-3 и 3-1;

$$2-3 - V = \text{const} \Rightarrow C_v = \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R$$

$$3-1 - p = \text{const} \Rightarrow \text{по формуле Майера:}$$

$$C_p = R + C_v = R + \frac{3}{2} R = \frac{5}{2} R$$

$$C_v / C_p = \frac{3R}{5R} = \frac{3}{5} = 0,6; \quad \boxed{C_v / C_p = 0,6}$$

2) (1-2): $p = \alpha V$; A - газоперемещающая работа под давлением $\Rightarrow$

$$A = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (p_1 V_2 + p_2 V_1 - p_1 V_1 - p_2 V_2)$$

$$\text{но } p = \alpha V.$$

$$p_2 V_1 = \alpha V_2 V_1 \quad \text{сокращаем:}$$

$$p_1 = \alpha V_1 \Rightarrow p_1 V_2 = \alpha V_1 V_2$$

$$p_2 = \alpha V_2 \Rightarrow A_{1-2} = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

по уравнению Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$

$$p_2 V_3 = \nu RT_2$$

$$p_{13} V_1 = \nu RT_1$$

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

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

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

$$\boxed{\frac{\Delta U_{1-2}}{A_{1-2}} = 3}$$

3) $\eta = \frac{A}{Q_{\text{пол}}}$; A — сумм работы цикла
в $p(V) \Rightarrow A = \frac{1}{2} (p_2 - p_{13}) (V_{23} - V_1)$

Тогда получаем Q — сумм в процессе 1-2.
Найдём его с.

$$Q = A + \Delta U; \quad \Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

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

$$C_m \nu \Delta T = Q = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\boxed{C_m = 2R}$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (p_2 - p_{13}) (V_{23} - V_1)}{2R \nu (T_2 - T_1)}$$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 V_{23} - p_2 V_1 + p_{13} V_{23} + p_{13} V_1); \text{ лучше не так.}$$

$$A = Q_{no1} - |Q_{ang}|$$

$$\eta = \frac{Q_{no1} - |Q_{ang}|}{Q_{no1}} = 1 - \frac{|Q_{ang}|}{Q_{no1}}$$

$$|Q_{ang}| = |Q_{23}| + |Q_{31}|$$

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

3-1 - изобара; $Q_{31} = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 V_{23} - p_2 V_1 - p_{13} V_{23} + p_{13} V_1)$$

$$p_2 V_{23} = \nu R T_2$$

$$p_{13} V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_1 = 2 V_1 V_{23} = p_{13} V_{23}$$

$$p_{13} V_{23} = \nu R T_3$$

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

$$A = \nu R \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - T_3 \right)$$

$$2 V_1 V_{23} = \nu R T_3$$

$$p_{13} V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_{23} = \nu R T_2$$

$$2 V_1^2 = \nu R T_1, \quad \text{аналогично} \quad 2 V_{23}^2 = \nu R T_2$$

$$2^2 V_1^2 V_{23}^2 = (\nu R)^2 T_1 T_2$$

$$2 V_1 V_{23} = \nu R \sqrt{T_1 T_2}$$

$$2 V_1 V_{23} = \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = \sqrt{T_1 T_2}$$

$$A = \frac{1}{2} \nu R (T_1 + T_2 - 2 \sqrt{T_1 T_2}) = \frac{1}{2} \nu R (\sqrt{T_1} - \sqrt{T_2})^2$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} \nu R (\sqrt{T_1} - \sqrt{T_2})^2}{2 \nu R (\sqrt{T_2}^2 - \sqrt{T_1}^2)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{(\sqrt{T_1} - \sqrt{T_2})^2}{(\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1})(\sqrt{T_2} + \sqrt{T_1})}$$

$$\eta = \frac{1}{4} \cdot \frac{\sqrt{T_1} - \sqrt{T_2}}{\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1}}, \text{ если } T_1 \rightarrow 0, \text{ то } \eta_{\max} = 1/4.$$

2) Очевидно, частица имеет отрицательный заряд:

по I закону сохранения кинетической энергии:

$$K_H + A = K_K; \quad K_K = 0;$$

$$K_H = \frac{mv_1^2}{2}; \quad A = -|q| \cdot E \cdot (d - 0,2d)$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = |q|E \cdot \frac{4}{5}d \cdot 10$$

$$5mv_1^2 = 8|q|Ed$$

$$5v_1^2 = 8\gamma Ed;$$

$$\boxed{\gamma = \frac{5v_1^2}{8Ed}}$$

$$Ed = 21; \quad \gamma = \frac{5v_1^2}{821}$$

3) по II закону Ньютона:

$$ma = Eq; \quad a = \frac{Eq}{m}$$

$$t_{\text{время}} = t_1 + t_2; \quad at_1 = v_1;$$

$$t_1 \cdot \frac{Eq \cdot 5v_1^2}{8Ed} = v_1$$

$$5v_1 t_1 = 8d; \quad t_1 = \frac{8d}{5v_1}$$

$$0,8d = \frac{at_2^2}{2}; \quad \frac{8}{5}d = E \cdot \frac{5v_1^2}{8Ed} \cdot t_2^2$$

$$\left(\frac{8}{5}d\right)^2 = v_1^2 \cdot t_2^2; \quad t_2 = \frac{8d}{5v_1} \Rightarrow \boxed{1 = \frac{16d}{5v_1}}$$

4) В м. А. Частица имеет $E = W_p + E_k$

$$E_z = \varphi_A q + \frac{mv_1^2}{2}; \quad \varphi_A = \varphi_A - \varphi_0 = 21; \quad E = q21 + \frac{mv_1^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

На бесконечности конденсатор не взаимодействует с частицей

$E = E_{кин}$, трения и потерь нет $\Rightarrow$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + qU$$

$$mv_0^2 = mv_1^2 + 2qU$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 2U \cdot \frac{5v_1^2}{4v_1^2}$$

$$v_0^2 = v_1^2 + \frac{5}{4}v_1^2 = \frac{9}{4}v_1^2$$

$$v_0 = \frac{3}{2}v_1$$

Ответ: 1) $\gamma = \frac{5v_1^2}{8U}$

2) $T = \frac{16d}{5v_1}$

3) $v_0 = \frac{3}{2}v_1$

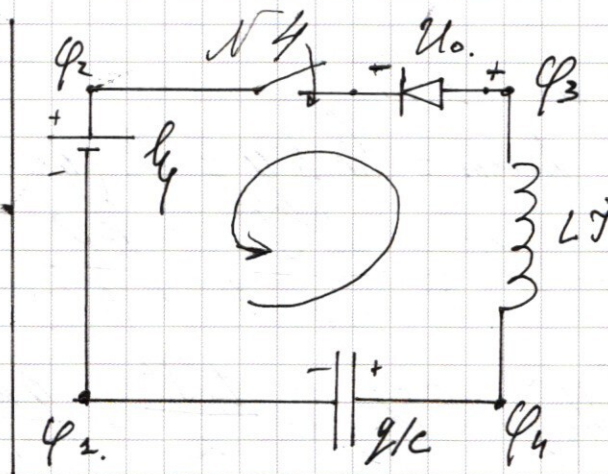
Дано:

$$U_0 = 6 \text{ В}$$

$$C = 10 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 9 \text{ В}$$

$$L = 0,4 \text{ Гн}; U_0 = 1 \text{ В}$$



Запишем правило Кирхгофа:

- $\mathcal{E} + L \dot{I} + U_g = -\varphi$; работаем с диаграммой чтобы не ошибиться расставить потенциалы:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \mathcal{E}$$

$$\varphi_4 - \varphi_1 = U$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = U_g$$

$$\mathcal{E} + U_g = \varphi_3 - \varphi_1$$

$$U = \varphi_4 - \varphi_1$$

$$U_k = L \dot{I} = |\varphi_3 - \varphi_4| \quad U - \mathcal{E} - U_g = \varphi_4 - \varphi_3 = L \dot{I}$$

$$L \dot{I} = 9 - 6 - 1 = 2$$

$$0,4 \dot{I} = 2$$

$$4 \dot{I} = 20$$

$$\boxed{\dot{I} = 5 \text{ A/c.}}$$

2) При максимуме, $\dot{I} = 0 \Rightarrow$

$$\varphi = U_0 + q/c$$

$$(\varphi - U_0)C = q_k$$

$$CU_0 = q_H$$

по уравнению баланса энергии:

$$A_{\text{ист}} + A_{\text{внеш}} = \Delta W$$

$$A_{\text{внеш}} = 0; A_{\text{ист}} = \mathcal{E} \Delta q = \mathcal{E} (q_k - q_H)$$

$$\Delta W = W_k - W_0 = \frac{L \dot{I}^2}{2} + \frac{q_k^2}{2C} - \frac{q_H^2}{2C}$$

$$\mathcal{E} \cdot (C(\varphi - U_g) - CU_0) = \frac{L \dot{I}^2}{2} + \frac{q_k^2}{2C} - \frac{q_H^2}{2C}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2\varphi C(\varphi - U_g - U_0) = L I^2 + \frac{C(\varphi - U_g)^2}{2} - \frac{C U_0^2}{2}$$

$$2C\varphi^2 - 2C\varphi U_g - 2C\varphi U_0 = L I^2 + C\varphi^2 - 2C\varphi U_g + C U_g^2 - C U_0^2$$

$$2C U_0^2 = C U_g^2 - 2C\varphi U_0 + C\varphi^2 = L I^2$$

$$\frac{C(U_0^2 - U_g^2 - 2\varphi U_0 + \varphi^2)}{L} = I^2$$

$$\frac{C \cdot ((U_0 + \varphi)^2 - U_g^2)}{L} = I^2;$$

$$I = \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot ((9-6)^2 - 1^2)}{0,4 \cdot 4 \cdot 10^{-1}}} =$$

$$= 10^{-3} \sqrt{\frac{100 \cdot 8}{4}} = \sqrt{2} \cdot 10^{-2}; \quad \sqrt{2} \approx 1,41$$

$$I^2 = \underline{\underline{2 \cdot 10^{-4}}} = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$I \approx 14,1 \text{ мА.}$$

3) Дiode закрывается сразу же, как напряжение на нём достигнет максимума, тем $U_g \Rightarrow U_2 = U_{\text{ист}} - U_g = \varphi - U_g = 5 \text{ В.}$

Ответ: 1) $\dot{I} = 5A/c$
 2) $I \approx 14,1 \text{ mA}$
 3) $U_2 = 5 \text{ B.}$

$$\dot{I} = \frac{1}{L} (U_1 - U_2 - U_3)$$

$$I = \sqrt{\frac{C}{L} ((U_1 - U_0)^2 - U_3^2)}$$

$$U_2 = U_1 - U_3$$

N 5

Решение:

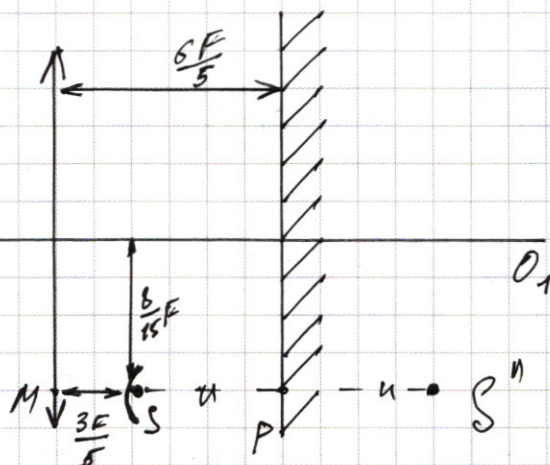
Дано:

$$\frac{8F}{15}; \frac{3F}{5};$$

$$\frac{6F}{5}; 2F;$$

Найти:

- 1) p_A - ?
- 2) $\angle \alpha$ - ?
- 3) $2F$ - ?



1) пусть S' - изображение в

зеркале; по свойству зеркала: $SP = PS'$

$$SP = \frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{3F}{5} = S'P$$

$$S'PM = \frac{6F}{5} + \frac{3F}{5} = \frac{9F}{5};$$

по формуле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; d = \frac{9F}{5}$

$$\frac{1}{F} = \frac{5}{9F} + \frac{1}{f}; \frac{9-5}{9F} = \frac{1}{f}; \frac{4}{9F} = \frac{1}{f};$$

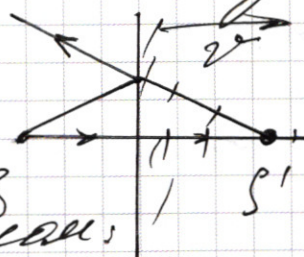
$$f = \frac{9}{4} F$$

- расстояние, с которого видно изображение А.

2) Рассмотрим:

перейдем в СО

связанную с зеркалом;

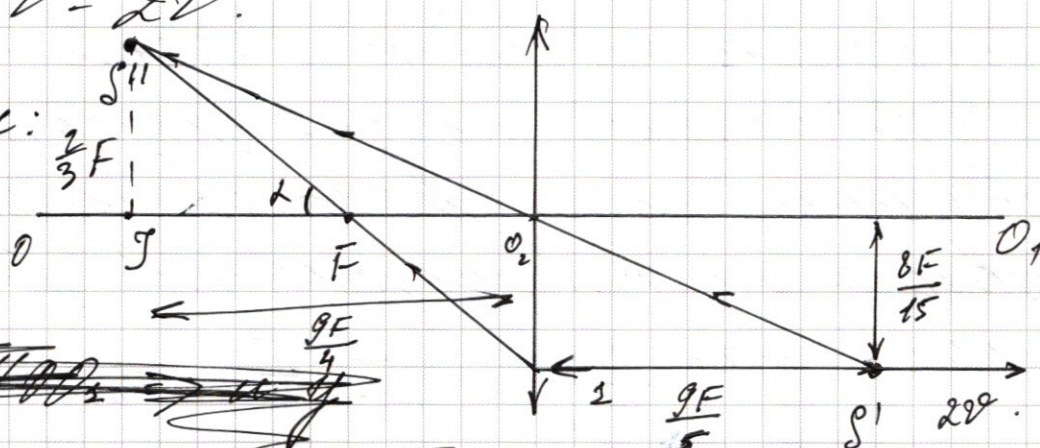


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В этой СО $v_s = v_{s'} = v$, но $\vec{v}_s \nparallel \vec{v}_{s'} \Rightarrow$
пересечём вновь в со, связавшую
с замесей: $v_s = 0$; $v_{\text{зеркала}} = v$;

$$v_{s'} = v + v = 2v.$$

Ищем:



~~$v_{s'} \parallel O_2 \Rightarrow$~~

~~выходим из центра, находим
будет $\parallel O_2$ и составим 180° с O_2
 $\cos(180) = -1$.~~

Сдвинем немного S' и посмотрим,
куда попадёт новое изображение.

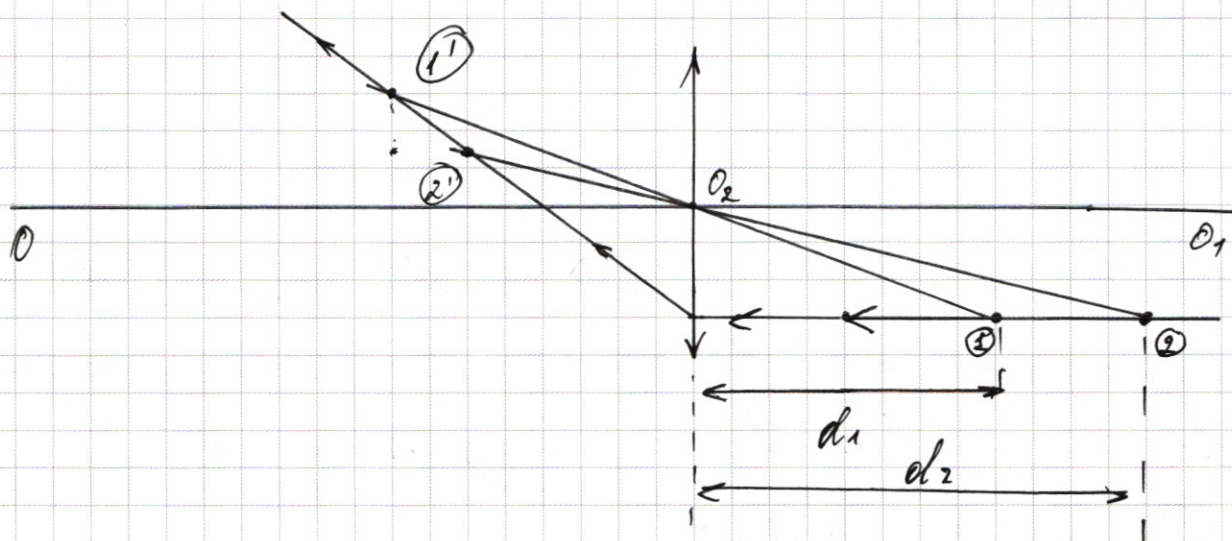
Это останется тем же на $FS'' \Rightarrow$
 $\vec{v}_{s''}$ имеет тот же угол, что FS'' с O_1 .

$$\Gamma = \left| \frac{f}{d} \right| = \frac{9F}{4} \cdot \frac{5}{2F} = \frac{5}{4} = \frac{k'}{k}; \quad k = \frac{8F}{15}$$

$$\frac{5}{4} \cdot \frac{8F}{15} = k' = \frac{2}{3} F; \quad 9F = \frac{9F}{4} - F = \frac{5F}{4}$$

$$\tan \alpha = \frac{2/3 F}{5/4 F} = \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{5} = \frac{8}{15}; \quad \alpha = \arctan(8/15)$$

3)



Допустим, источник летит бы на Γ OX-линии, тогда скорость связана со скоростью изображения по Γ продольной увеличении: $\Gamma^2 = \frac{v_{из}}{v_{ист}}$; $\Gamma = \frac{5}{4}$; $v_{ист} = 20 \Rightarrow$

$$20 \cdot \frac{25}{168} = v_{изображ}. \quad \frac{25}{8} 20 = v_{изображ},$$

но $v_{изображ}$ — это проекция истинной скорости на Γ O-ось $\Rightarrow v_{иск} = \frac{v_{изображ}}{\cos \alpha}$.

$$\tan \alpha = 8/15$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}; \quad \frac{64}{225} + \frac{225}{225} = \frac{289}{225} = \left(\frac{17}{15}\right)^2$$

$$\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{17}{15}; \quad v_{иск} = \frac{17}{15} \cdot \frac{25}{8} 20 = \frac{85}{24} 20.$$

Ответ: 1) $f = \frac{9}{4} F$;

$$2) \tan \alpha = \frac{8}{15}$$

$$3) v_{иск} = \frac{85}{24} 20$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{17}{15} \cdot \frac{3}{5} T - \frac{17}{15} N = T - \frac{21}{17} N$$

$$-\frac{17}{25} T + T = \frac{21}{17} N - \frac{17}{25} N$$

$$T \frac{25-17}{25} = N \left(\frac{21 \cdot 15 - 289}{17 \cdot 15} \right) = \frac{26}{17 \cdot 15} N$$

$$T \cdot \frac{8}{5} = \frac{13 \cdot 3}{17 \cdot 3 \cdot 4} N; \quad T = \frac{13 \cdot 5}{17 \cdot 3 \cdot 4} N$$

$$m a_y = T \sin \alpha - T \cdot \frac{13 \cdot 5}{17 \cdot 3 \cdot 4}$$

$$\begin{cases} m n^2 R = T \left(\frac{3}{5} - \frac{13 \cdot 5}{17 \cdot 3 \cdot 4} \right) \\ n R = v_k; \quad n = \frac{v_k}{R} \end{cases}$$

$$\frac{m v_k^2}{R} = T \left(\frac{3 \cdot 17 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 - 13 \cdot 5}{5 \cdot 17 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} \right) = T \cdot \frac{241.5}{510}$$

$$\frac{241.5}{51 \cdot 5 \cdot 2} = \frac{13 \cdot 17}{2 \cdot 17 \cdot 3} = \frac{13}{6}$$

подставим.

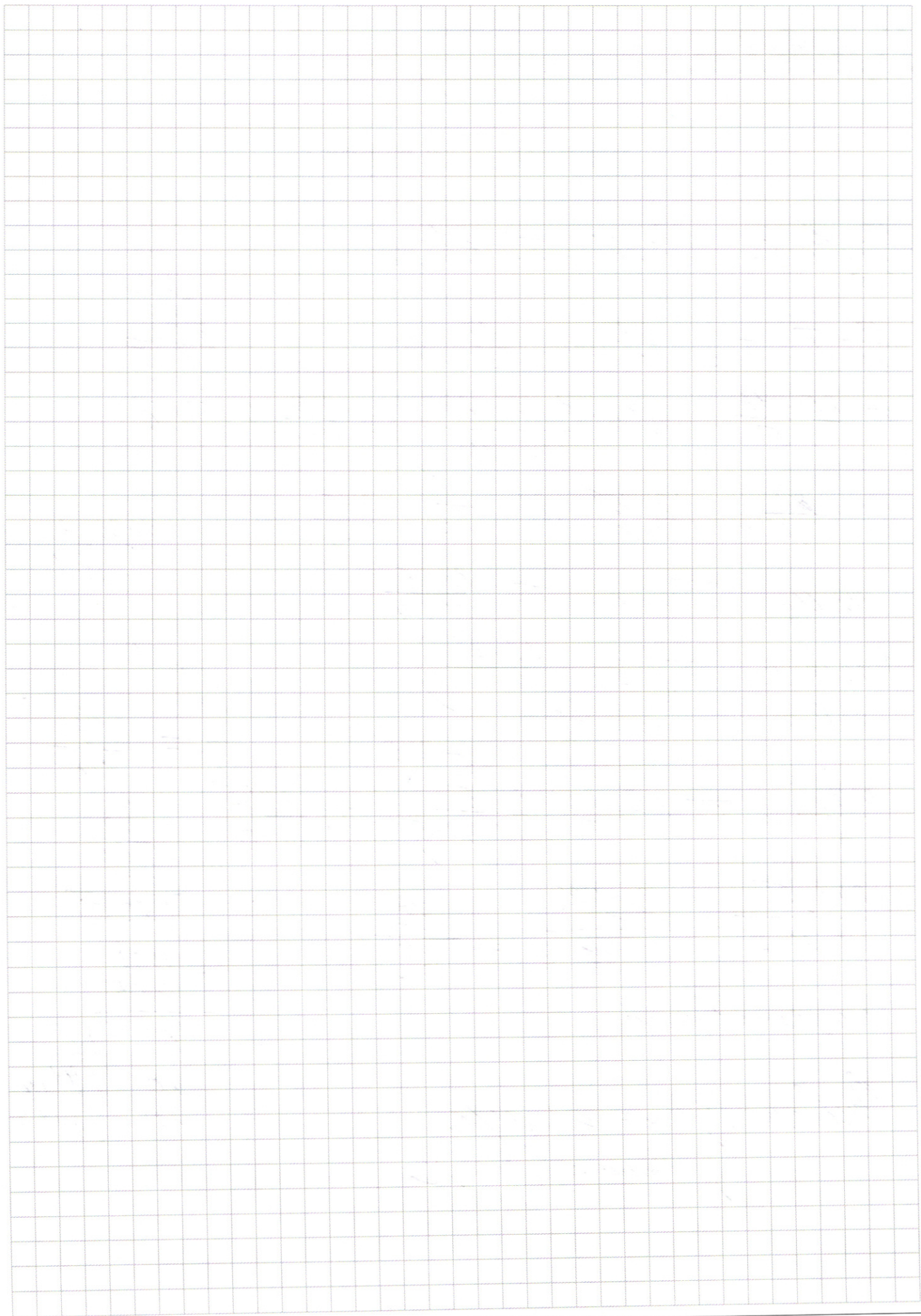
Ответ: 1) $v_k = 3,4 \text{ м/с}$
2) $v_{\text{нм}} = 6,2 \text{ м/с}$

$$\begin{array}{r} 15 \\ 21 \\ \hline 15 \\ 3012 \\ \hline 315 \\ \hline 289 \\ \hline 26 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1530 \overline{) 3} \\ 18 \overline{) 51} \\ 3 \overline{) 151} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \curvearrowright^2 \\ +65 \\ \hline 5 \\ \hline 325 \end{array} \quad \begin{array}{r} +36 \\ \hline 5 \\ \hline 180 \\ \hline 175 \\ \hline 180 \\ \hline 1360 \\ \hline 17 \\ \hline 1530 \\ \hline 1538 \\ \hline 325 \end{array}$$

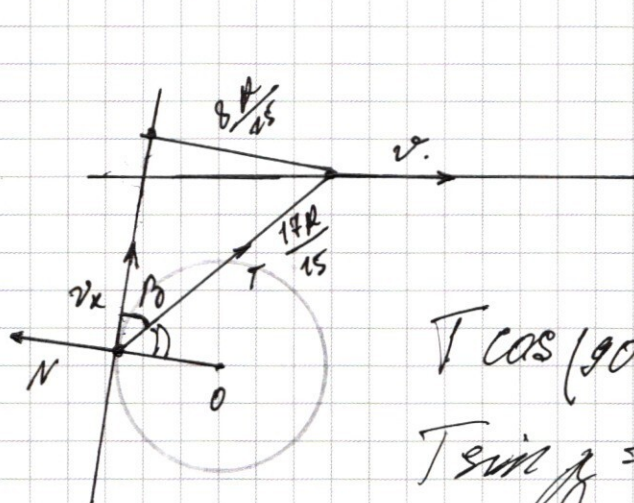
$$\begin{array}{r} 1205 \overline{) 15} \\ 10 \overline{) 241} \\ 20 \overline{) 12} \\ 20 \overline{) 51} \end{array}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



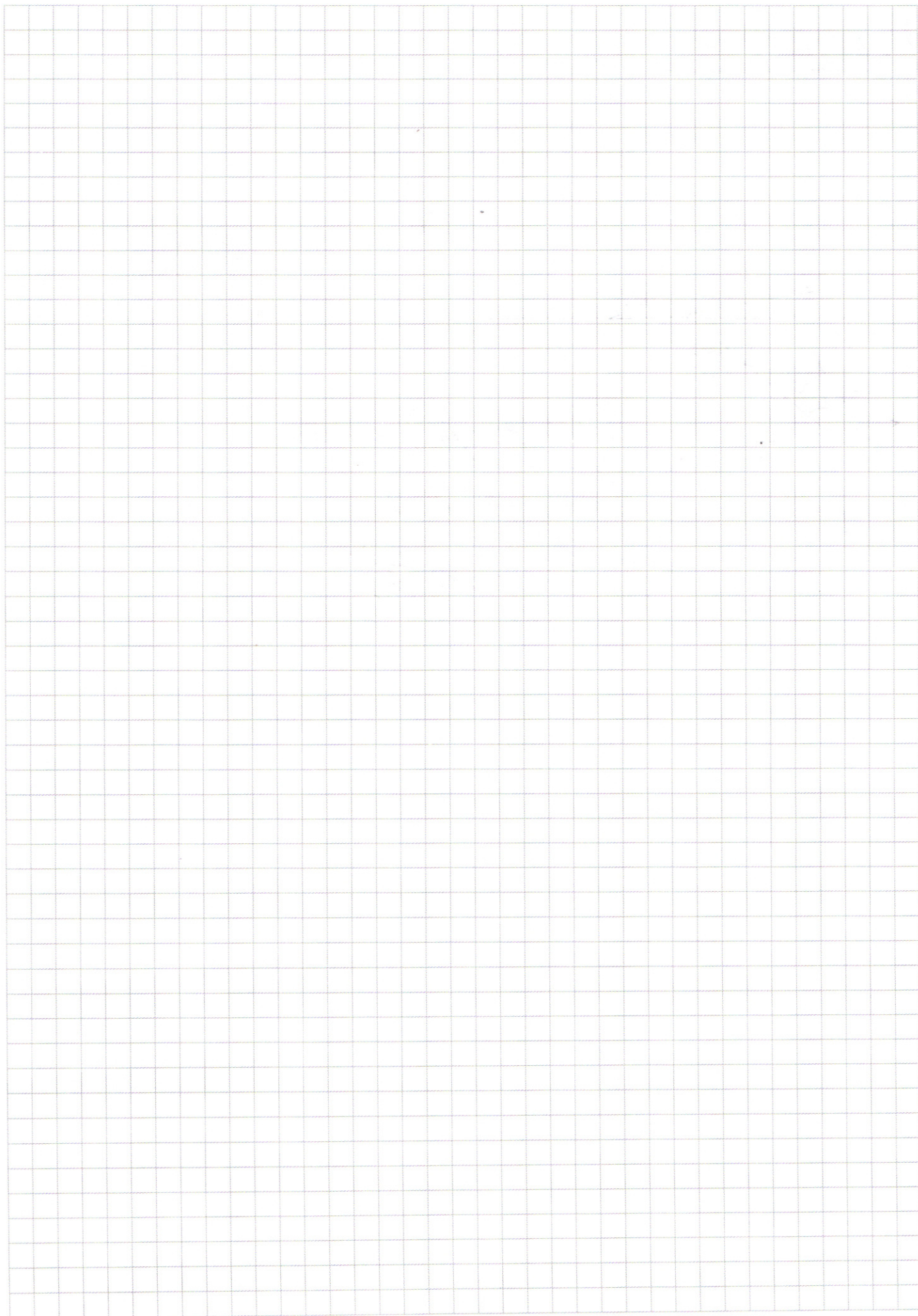
$$\omega^2 R,$$

$$\frac{84}{8} \cdot \frac{14}{15} = 1.21$$

$$T \cos(90 - \beta) = mg.$$

$$T \sin \beta = mg.$$

$$T \cdot \frac{15}{14} = m \left(\frac{14}{5} \right)^2$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{L J^2}{2} + \frac{e U_5^2}{2} - \frac{e U_9^2}{2} = \frac{1}{2} \cdot (e U_5 - e U_9)$$

$$L J^2 + e U_5^2 - e U_9^2 = 2 \frac{1}{2} e (U_5 - U_9)$$

$$\frac{L}{e} J^2 + U_5^2 - U_9^2 = 2 \frac{1}{2} (U_5 - U_9)$$

$$J^2 = \frac{e}{L} \cdot 8$$

$$J^2 = \frac{100 \cdot 10^{-8} \cdot 8}{4} = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$J = 0,02 \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$J = 1,41 \cdot 10^{-2} = 14,1 \cdot 10^{-3}$$

$$1,41 \cdot 10^{-2} = 14,1 \cdot 10^{-3}$$



черновик

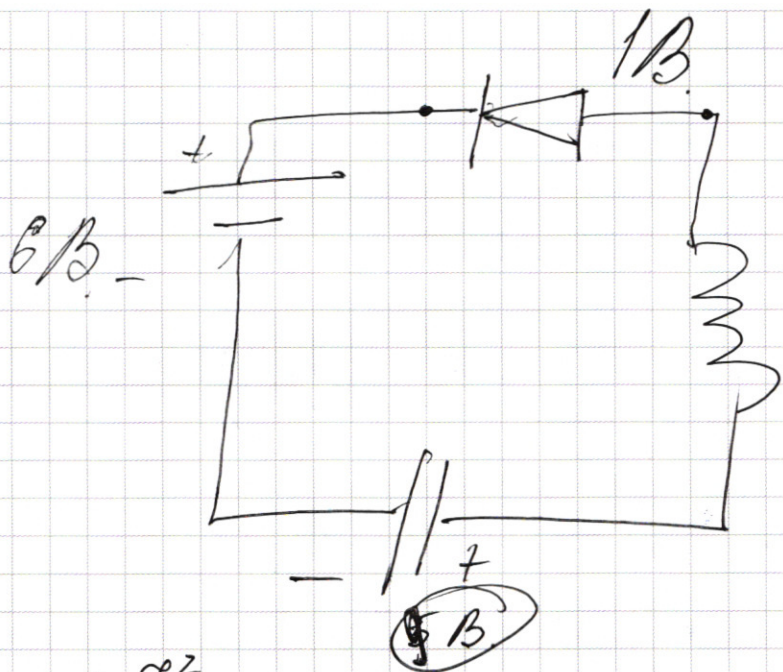


чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)



$$\frac{L I^2}{2} +$$

$$\frac{L I^2}{2} + \frac{C U_5^2}{2} - \frac{C U_9^2}{2} = \varphi \cdot (C U_5 - C U_9)$$

$$L I^2 + C U_5^2 - C U_9^2 = 2 \varphi (C U_5 - C U_9)$$

$$L I^2 + C U_5^2 - C U_9^2 = 2 \varphi C (U_5 - U_9)$$

$$0,4 I^2 + 10 \cdot 10^{-6}$$

$$\frac{L I^2}{C} + U_5^2 - U_9^2 = 2 \varphi (U_5 - U_9)$$

$$2 \sqrt{2} \cdot 10^{-2} = I \quad 25 - 81 = 2 \cdot 6 (5 - 9)$$

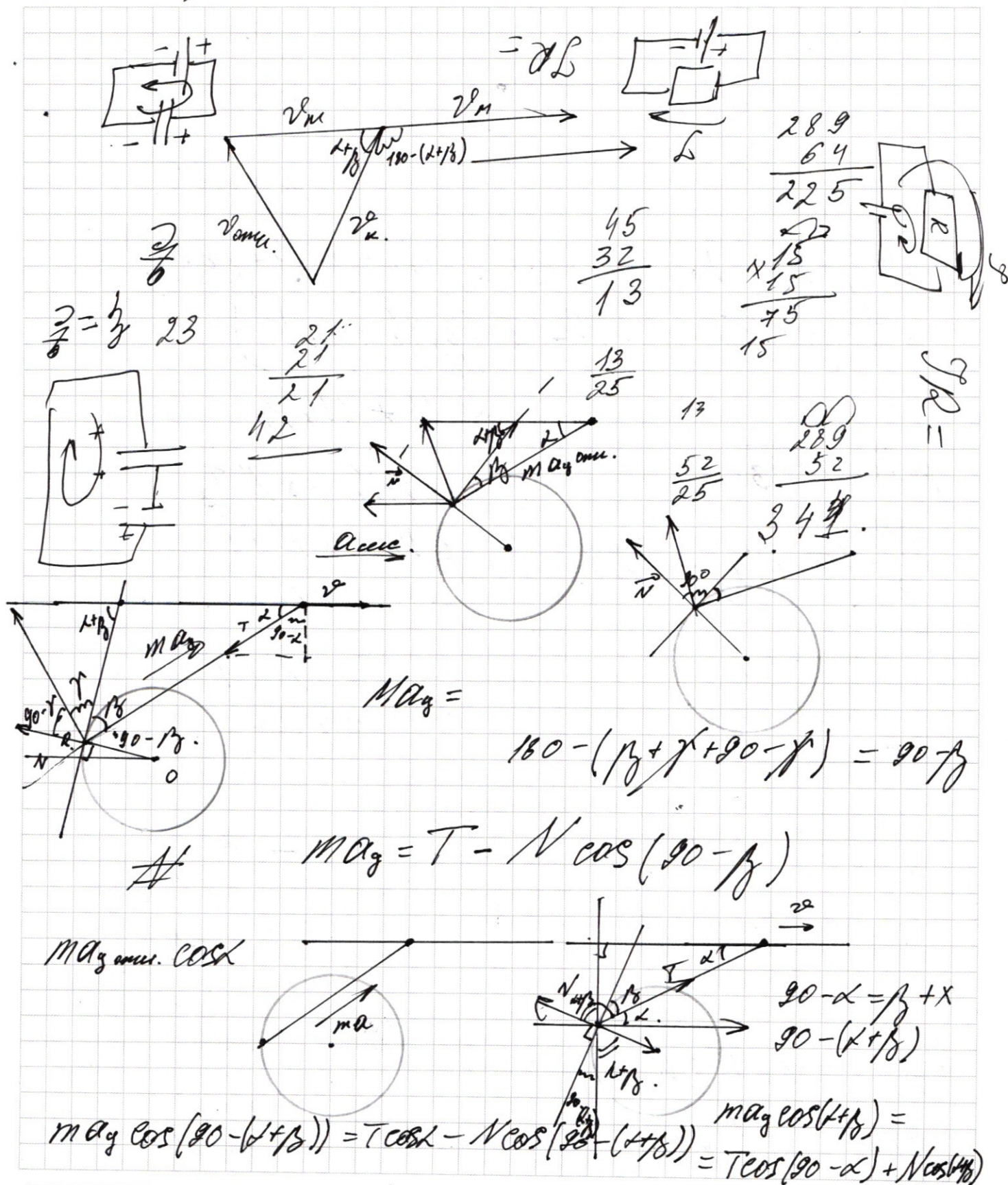
$$\frac{L I^2}{C} = 8;$$

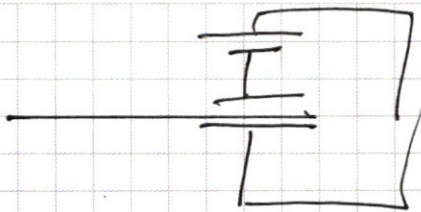
$$\frac{8 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{0,4} = \frac{8 \cdot 100}{4} \cdot \frac{C}{L} = I^2$$

$$\sqrt{\frac{8 \cdot 100}{1}} \cdot 10^{-3} = I$$

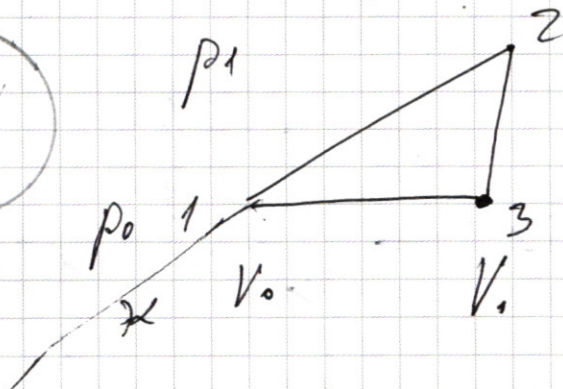
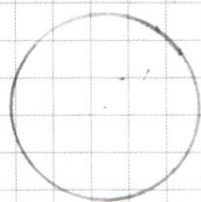
$$\begin{array}{r} 81 \\ - 48 \\ \hline 33 \\ - 25 \\ \hline 8 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$$m a_g \sin(\alpha + \beta) = T \cos \alpha - N \sin(\alpha + \beta)$$



$$p_0 = \alpha V_0$$

$$\alpha V_0^2$$

$$p_0 = \alpha V_0$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} (p_1 - p_0) (V_1 - V_0) &= \frac{1}{2} (p_1 V_1 - p_1 V_0 - p_0 V_1 + p_0 V_0) = \\ &= \frac{1}{2} (\gamma R T_2 + \gamma R T_1) - \frac{1}{2} (p_1 V_0 + p_0 V_1) \\ &= \frac{1}{2} (\gamma R T_2 + \gamma R T_1) - \frac{1}{2} (\alpha V_1 V_0 + \alpha V_0 V_1) \end{aligned}$$

$$p_0 V_1 = \gamma R T_3$$

$$\alpha V_1 V_0 = \gamma R T_3$$

$$\frac{\gamma R}{2} (T_2 + T_1) - \gamma R T_3$$

$$p_0 V_0 = \gamma R T_1$$

$$p_1 V_1 = \gamma R T_2$$

$$\frac{x \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} + 1}{\sqrt{\frac{T_2}{T_1}} - 1}$$

$$\alpha V_0^2 = \gamma R T_1$$

$$\alpha V_1^2 = \gamma R T_2$$

$$\left(\frac{x+1}{x-1} \right)' = \frac{1(x-1) - (x+1)}{(x-1)^2} = - \frac{x+x}{1-x} =$$

$$\frac{x-1+2}{x-1} = 1 + \frac{2}{x-1} = - \left(\frac{1-x+2x}{1-x} \right) =$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = 4.8 \text{ Eyd.} = - \left(1 + \frac{2}{1-x} \right) = \frac{2}{x-1} - 1$$

$$m v_1^2 = 4.6 \text{ Eyd.} \quad v_0^2 = 1.6 \text{ Eyd.} \quad \frac{5 v_1^2}{8 \text{ Eyd.}}$$