

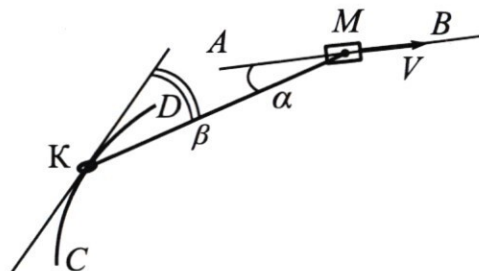
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-04

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

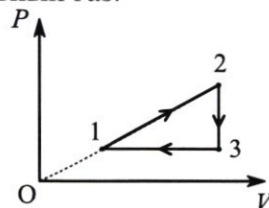
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной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

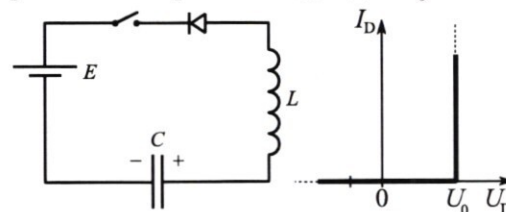
- 1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

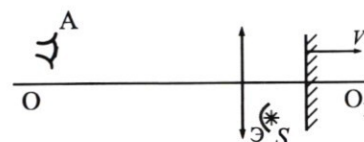


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

1.

$$v = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m = 0.4 \text{ кг}$$

$$R = 1.9 \text{ м}$$

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

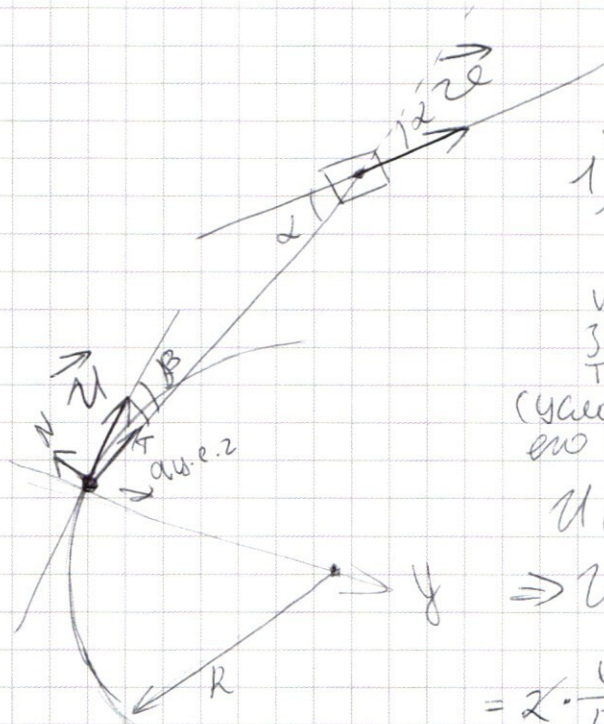
$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

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

U — ? (ск. кольца)

$U_{\text{отн}}$ — ?
(ск. кольца относит.
мгфты)

T — ?
(сила натяжения
троса)



1) Трос натянут, значит на него, как на твердое тело, можно записать кинематическую связь (условие несмещения в крайних точках)

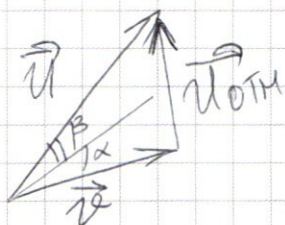
$$U \cos \beta = v \cos \alpha$$

$$\Rightarrow U = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$= 2 \cdot \frac{4 \cdot 17}{5 \cdot 8} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{17}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 3.4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) По закону сложения скоростей

$$\vec{U} = \vec{U}_{\text{отн}} + \vec{v} \Rightarrow \vec{U}_{\text{отн}} = \vec{U} - \vec{v}$$



из этого треугольника по теореме косинусов

$$U_{\text{отн}}^2 = U^2 + v^2 - 2Uv \cos(\alpha + \beta)$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{64}{289}} = \frac{15}{17}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{32 - 45}{5 \cdot 17} = -\frac{13}{5 \cdot 17}$$

Тогда $U_{\text{отн}}^2 = U^2 + v^2 - 2Uv \cos(\alpha + \beta)$

$$U_{\text{отн}} = \sqrt{U^2 + v^2 - 2Uv \cos(\alpha + \beta)} = \sqrt{\left(\frac{17}{5}\right)^2 + 4 - 2 \cdot \frac{17}{5} \cdot 2 \cdot \left(-\frac{13}{5 \cdot 17}\right)}$$

$$= \sqrt{\frac{289}{25} + \frac{52}{25} + 4} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \sqrt{\frac{289 + 52 + 100}{25}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \sqrt{\frac{441}{25}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{21}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 4.2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3) Муфта движется с постоянной скоростью $\Rightarrow$ система отсчета муфты инерциальна. В инерциальных системах отсчета силы остаются такими же, что и в ОЗ Земли.

2 законы Ньютона:

В ОЗ муфты:

$$m a_{y.c.1x} = T - N \sin \beta$$

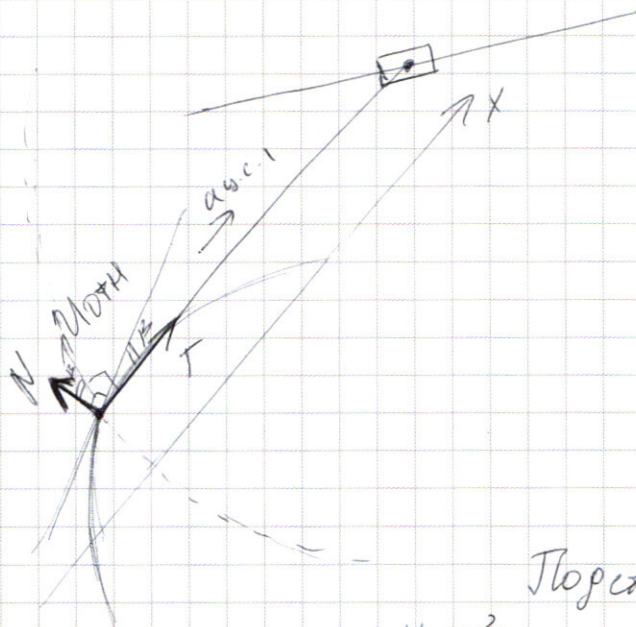
$$m \frac{u_{отн}^2}{l} = T - N \sin \beta \quad (1)$$

В ОЗ Земли:

$$m a_{y.c.2y} = T \sin \beta - N$$

$$m \frac{u^2}{R} = T \sin \beta - N$$

$$\Rightarrow N = T \sin \beta - m \frac{u^2}{R} \quad (2)$$



Подставим (2) в (1):

$$m \frac{u_{отн}^2}{l} = T - (T \sin \beta - m \frac{u^2}{R}) \sin \beta$$

$$m \frac{u_{отн}^2}{l} = T - T \sin^2 \beta + m \frac{u^2}{R} \sin \beta$$

$$m \left(\frac{u_{отн}^2}{l} - \frac{u^2}{R} \sin \beta \right) = T \cos^2 \beta \Rightarrow T = \frac{m}{\cos^2 \beta} \left(\frac{u_{отн}^2}{l} - \frac{u^2}{R} \sin \beta \right)$$

$$T = \frac{0,4}{64} \cdot 289 \cdot \left(\frac{21^2 \cdot 15}{5^2 \cdot 17 \cdot R} - \frac{17^2 \cdot 15}{5^2 \cdot R \cdot 17} \right) = \frac{0,4 \cdot 17^2}{64} \cdot \frac{15(21-17)(21+17)}{5^2 \cdot 17 \cdot R} =$$

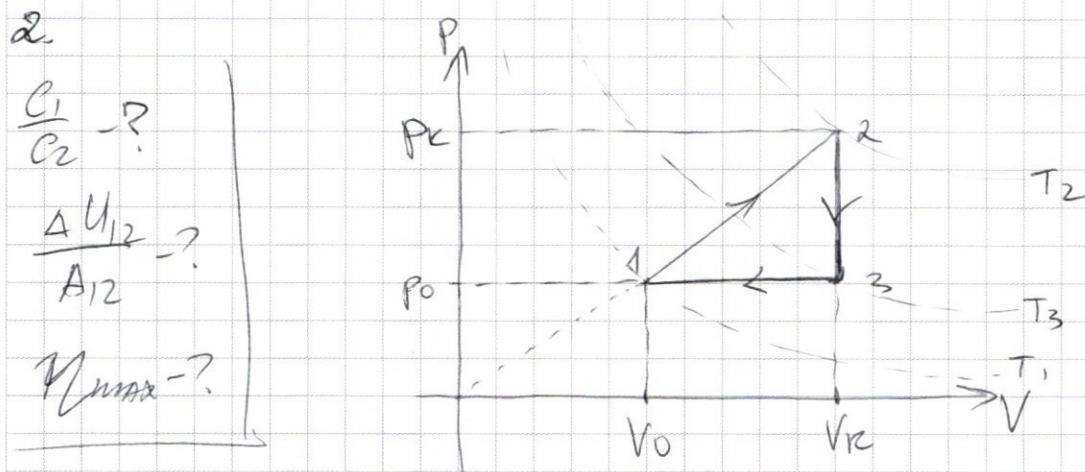
$$= \frac{0,1 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 38 \cdot 17}{4 \cdot 16 \cdot 25 \cdot R} = \frac{0,1 \cdot 3 \cdot 38 \cdot 17}{4 \cdot 19 \cdot 5} = \frac{3 \cdot 19 \cdot 2 \cdot 17}{4 \cdot 18 \cdot 5} = \frac{3 \cdot 17}{2 \cdot 5} = \frac{17 \cdot 3}{10} = 5,1 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 3,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $u_{отн} = \sqrt{v^2 + u^2 - 2vu \cos(\alpha + \beta)} = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3) $T = \frac{m}{\cos^2 \beta} \left(\frac{u_{отн}^2}{l} - \frac{u^2 \sin \beta}{R} \right) = 5,1 \text{ Н}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Температура понижается там, где осуществляется переход от более далекой от осей координат к более близкой. Т.е. на участках 2-3 и 3-1.

Значит $\frac{C_1}{C_2} = \frac{C_{23}}{C_{31}}$

1) $Q_{23}^{<0} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = C_{23} \cdot \nu \cdot \Delta T_{23}$
 $\Rightarrow C_{23} = \frac{3R}{2}$

2) $Q_{31}^{<0} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + (p_0 V_0 - p_0 V_\kappa) =$

из уравнения Менделеева-Клапейрона
 $p_0 V_0 = \nu R T_1; p_0 V_\kappa = \nu R T_3$

Значит $Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + \nu R (T_1 - T_3) =$
 $= \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{13} = C_{31} \cdot \nu \cdot \Delta T_{13}$

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

Значит $\frac{C_1}{C_2} = \frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3R \cdot 2}{2 \cdot 5R} = \frac{3}{5}$

$$3) Q_x = |Q_{23}| + |Q_{31}| = \frac{3}{2} DR(T_2 - T_3) + \frac{5}{2} DR(T_3 - T_1)$$

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

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

$$A_{12} = \frac{1}{2} (V_K P_K - P_0 V_0 - V_0 P_K) =$$

$$= \frac{1}{2} (V_K P_0 + V_K P_K - P_0 V_0 - V_0 P_K)$$

Т.к. ~~по~~ 1-2-изопроцесс пропорциональность, то

$$\frac{P_0}{P_K} = \frac{V_0}{V_K} \Rightarrow P_0 V_0 = P_K V_K \Rightarrow \frac{P_K}{P_0} = \frac{V_K}{V_0} = k$$

$$\Rightarrow P_K V_0 = P_0 V_K$$

$$\text{Значит } A_{12} = \frac{1}{2} (V_K P_K - P_0 V_0) = \frac{1}{2} (DR T_2 - DR T_1) = \frac{1}{2} DR(T_2 - T_1)$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} DR(T_2 - T_1) + \frac{1}{2} DR(T_2 - T_1) = 2 DR(T_2 - T_1)$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} DR(T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} DR(T_2 - T_1)} = 3$$

$$4) \eta = \frac{Q_H - Q_x}{Q_H} = \frac{2 DR(T_2 - T_1) - (\frac{3}{2} DR(T_2 - T_3) + \frac{5}{2} DR(T_3 - T_1))}{2 DR(T_2 - T_1)}$$

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

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

$$= \frac{T_2 + T_1 - 2T_3}{4(T_2 - T_1)} \quad (4)$$

Метод - Клапейрон где все море:

$$1. P_0 V_0 = DR T_1 \Rightarrow \frac{P_0}{P_K} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{P_K}{P_0} \cdot \frac{V_K}{V_0} = k^2$$

$$2. P_K V_K = DR T_2$$

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{V_K}{V_0} = k$$

$$3. P_0 V_K = DR T_3$$

$$\text{Значит } T_2 = k^2 \cdot T_1; T_3 = k \cdot T_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Подставляю эти значения в (1):

$$\eta = \frac{T_1 k^2 + T_1 - 2kT_1}{21(k^2 T_1 - T_1)} = \frac{k^2 - 2k + 1}{1(k^2 - 1)} = \frac{(k-1)^2}{4(k-1)(k+1)} =$$

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

$k > 1$, т.к. при $k < 1$, процесс 1-2 шел бы в обратном направлении. Значит $\frac{1}{k+1} > 0$

Тогда предельно возможное максимальное значение η достигается при макс. зн. $\frac{1}{k+1}$, т.е. $\frac{1}{2}$ (при $k \rightarrow \infty$).

$\eta_{\max} = 0,25$

Ответ: 1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$ ($\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{5}{3}$)

2) $\frac{\Delta U_{12}}{\Delta H_{12}} = 3$

3) $\eta_{\max} = 25\%$

3.

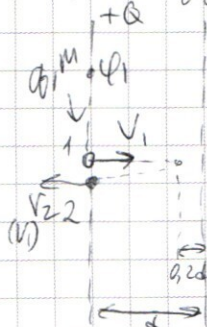
U, d, φ

γ ?

T ?

V_0 ? и т.д.

1) Частица заряжена отрицательно. Тогда она должна была заехать через положительно заряженную область (в другом случае она бы не остановилась).



З(7 и 7 Т.1 в Т.2 :

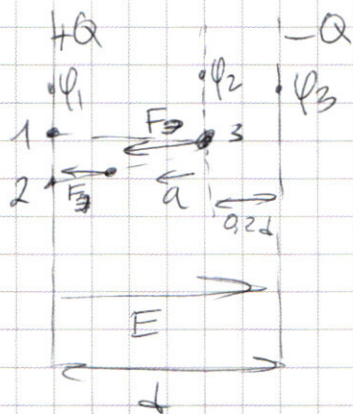
$$\frac{mv_1^2}{2} + q\varphi_1 = \frac{mv_2^2}{2} + q\varphi_2$$

$$\Rightarrow v_1 = v_2$$

Поме внутри конденсатора на оси симметрии
однородное, значит F_z , действующая на частицу
со стороны поле конденсатора, постоянна.

Другие силы на частицу не действуют.

Значит $ma = F_z = \text{const}$. Движение
частицы в поле конденсатора равно ускоренно.



$$F_z = |q| \cdot E$$

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

$$F_z = |q| \cdot \frac{U}{d} = ma$$

$$\frac{|q|}{m} = \frac{a}{U} \cdot d$$

$$\varphi_1 - \varphi_3 = E \cdot d = U; \quad \varphi_1 - \varphi_2 = E \cdot 0,8d = 0,8U$$

ЗСЭ из точки 1 в т. 3

$$\frac{mV_1^2}{2} + q\varphi_1 = \frac{m \cdot 0^2}{2} + q\varphi_2$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = q(\varphi_2 - \varphi_1) = -q(\varphi_1 - \varphi_2) = |q|(\varphi_1 - \varphi_2) = |q| \cdot 0,8U$$

$$\frac{|q|}{m} = \frac{V_1^2}{2 \cdot 0,8U} = \frac{V_1^2}{1,6U} = \frac{5V_1^2}{8U}$$

$$2) \frac{5V_1^2}{8U} = \frac{a}{U} \cdot d \Rightarrow a = \frac{5V_1^2}{8d} = \text{const}$$

$$\text{Тогда } -V_2^2 = V_1^2 - aT, \quad -2U = -aT$$

$$T = \frac{2U}{a} = \frac{2U \cdot 8d}{5V_1^2} = \frac{16d}{5V_1^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) ЗСГ для частицы при перемещении
из точки 2 на бесконечность.

$$\frac{mv_1^2}{2} + q \cdot \varphi_1 = \frac{mv_0^2}{2} + q \cdot \varphi_0$$

Вне конденсатора поле нет. Значит потенциал
там равен нулю. Потенциал - непрерывная
функция.

Значит $\varphi_1 = 0 = \varphi_0$

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

$$v_1 = v_0$$

Ответ: 1) $\gamma = \frac{5v_0^2}{8u}$

2) $T = \frac{16d}{5v_0}$

3) $v_1 = v_0$

(С другой стороны,
если взять $\varphi_3 = 0$

(по тому же обоснованию),

то $\varphi_1 = u$ и

$$\frac{mv_1^2}{2} + q u = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_1^2 + 2 \frac{q}{m} u = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0^2 = v_1^2 - 2 \gamma u =$$

$$= v_1^2 - 2 \cdot \frac{5}{8} \frac{u^2}{v_0} \cdot u = v_1^2 - \frac{5}{4} u^2 < 0$$

Квадрат не может быть
равен отрицательному
числу $\neq$

5. $2F$

$$a = \frac{3F}{5}$$

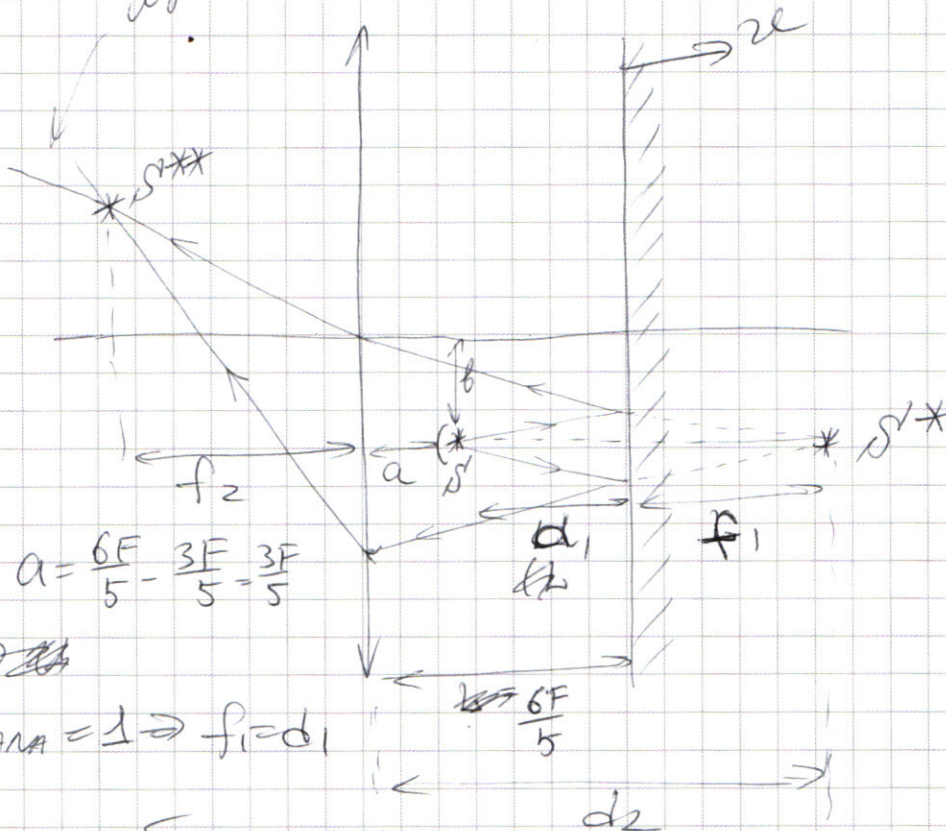
$$b = \frac{8F}{15}$$

$f_2 - ?$

$\alpha - ?$

$q_1 - ?$

луч, прошедший через главный оптич. центр, не преломится.



$$1) d_1 = \frac{6F}{5} - a = \frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{3F}{5}$$

Зеркало

$$Г_{\text{зеркала}} = 1 \Rightarrow f_1 = d_1$$

S'' - изображение

предмета S' в зеркале

$$d_2 = \frac{6F}{5} + f_1 = \frac{6F}{5} + \frac{3F}{5} = \frac{9F}{5} > F \Rightarrow \text{изображение } S''$$

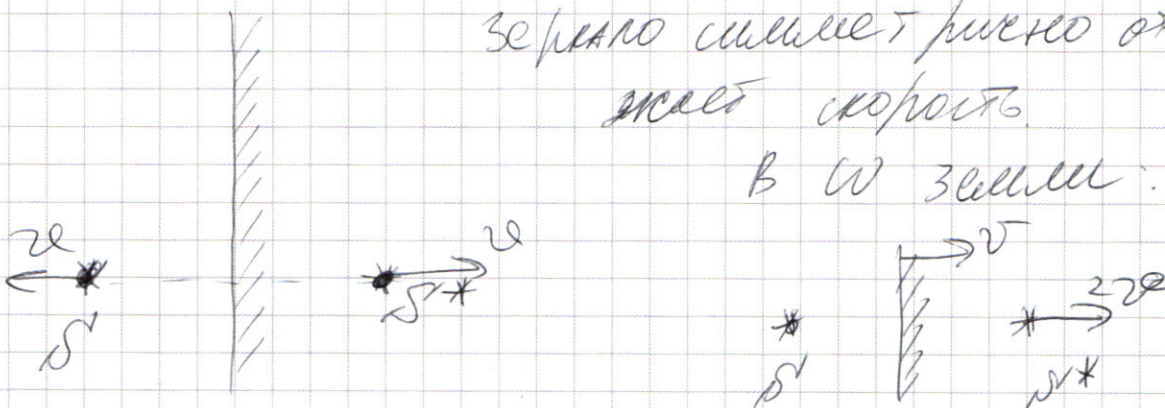
действительного предмета S'' будет действительным

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \quad ; \quad f_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = \frac{\frac{9F}{5} \cdot F}{\frac{9F}{5} - F} = \frac{9/5 \cdot F}{4/5} = \frac{9}{4} F$$

2) Перейдем в Ω Зеркала

Зеркало движется прямо относительно скорости.

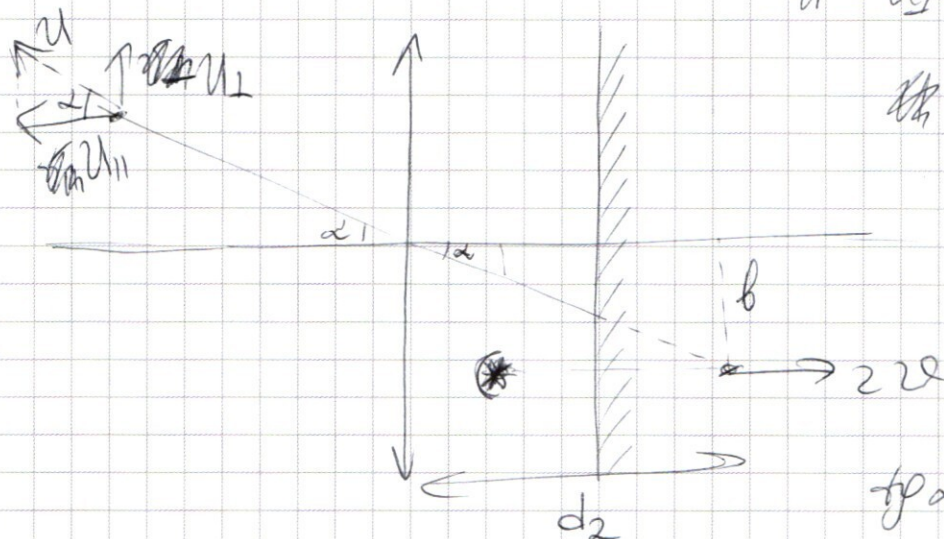
В Ω замес:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Gamma = \frac{f_2}{d_2} = \frac{9/4 F}{9/5 F} = \frac{5}{4}$$

$$\vec{U} = \vec{U}_\perp + \vec{U}_\parallel$$



$$\Gamma^2 = \frac{U_\parallel}{2U}$$

$$\Rightarrow U_\parallel = 2U\Gamma^2 = \frac{25}{8}U$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{d_2} = \frac{\frac{8}{15}F}{\frac{9}{5}F} =$$

$$= \frac{8}{27}$$

$$3) U_\parallel = U \cdot \cos \alpha \Rightarrow U = \frac{U_\parallel}{\cos \alpha} = \frac{2U\Gamma^2}{\cos \alpha} =$$

$$= \frac{25}{8} \frac{U}{\cos \alpha}$$

Ответ: 1) $f_2 = \frac{9}{4}F$

2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{27}$

3) $\frac{25}{8} \frac{U}{\cos \alpha} \left(\frac{25}{8} \frac{U}{\cos(\operatorname{arctg} \frac{8}{27})} \right)$

4.
E=U

4.

$$E = 6 \text{ В}$$

$$C = 10 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 9 \text{ В}$$

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

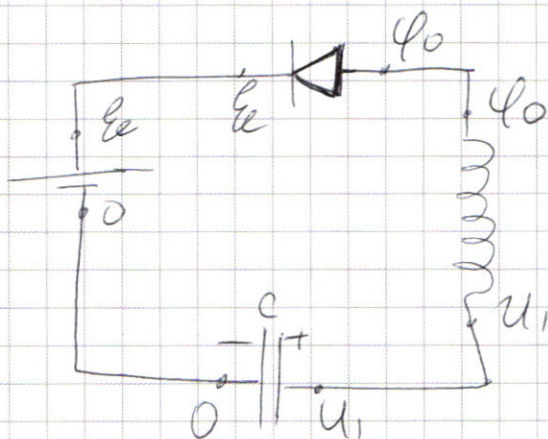
$$I'(0) = ?$$

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

$$U_2 = ?$$

$$q(t) = C U_1$$

1) ~~Сразу~~ Рассмотрим момент сразу после замыкания ключа. Напряжение на конденсаторе и ток через катушку скачком не меняются. Значит тока в цепи нет, а $U_C(0) = U_1$.



Воспользуясь методом потенциалов.

~~Диод~~

Напряжение

на диоде

$$\varphi_0 - E = U_0$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = U_0 + E$$

Тогда напряжение на катушке $U_2 = U_1 - \varphi_0 =$

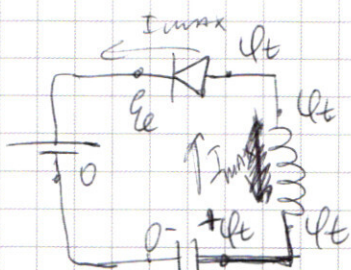
$$= U_1 - U_0 - E = (LI)' = LI'$$

$$I'(0) = \frac{U_1 - U_0 - E}{L} = \frac{9 - 1 - 6}{0,4} \frac{\text{А}}{\text{с}} = \frac{2}{0,4} \frac{\text{А}}{\text{с}} = 5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$W(0) = \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2}$$

2) Рассмотрим момент времени t , когда ток в цепи максимальен. $I_{\text{max}} \Rightarrow I'(t) = 0$

$$\Rightarrow U_2(t) = 0$$



Напряжение на диоде

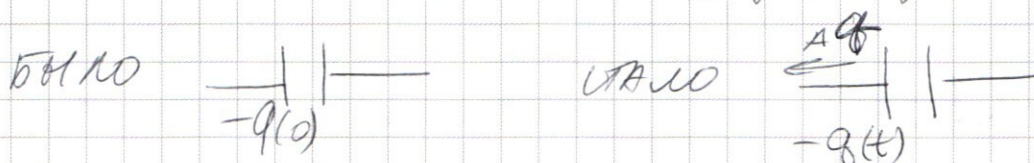
$$\varphi_t - E = U_0 \Rightarrow \varphi_t = U_0 + E$$

$$\text{Тогда } U_C(t) = U_0 + E$$

$$q(t) = C(U_0 + E)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

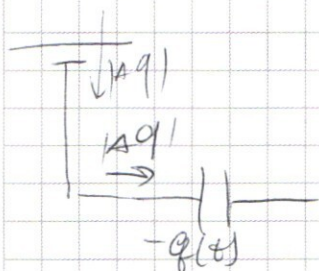
Рассмотрим левую обкладку конденсатора



$$\Delta q = -q(0) - (-q(t)) = -C U_0 + C(U_0 + \varepsilon) =$$

$$= C(U_0 + \varepsilon - U_1)$$

$< 0 \Rightarrow$ заряд притек



$$A_{\text{ист}} = -\varepsilon \cdot |\Delta q| = -\varepsilon C (U_1 - U_0 - \varepsilon)$$

$$W(t) = \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} + \frac{C(\varphi_t)^2}{2}$$

Закон сохранения энергии:

$$A_{\text{ист}} = W(t) - W(0)$$

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

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

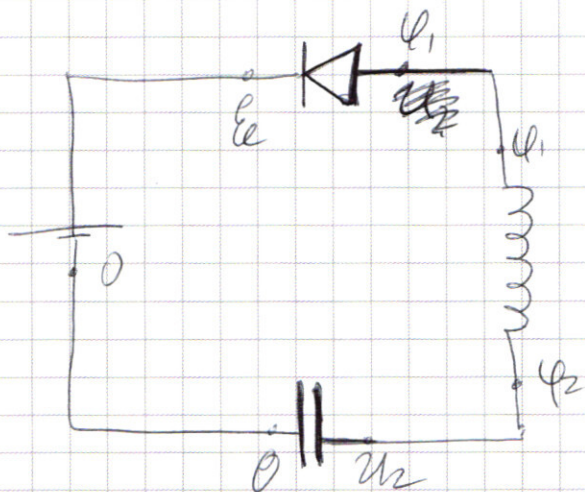
$$= \sqrt{\frac{C}{L} ((U_0 + \varepsilon)^2 - 2 \varepsilon (U_1 - U_0 - \varepsilon))} =$$

$$= \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}}{0,4} \cdot (7^2 - 2 \cdot 6 \cdot (9 - 7))} \text{ A} = \sqrt{25 \cdot 10^{-6} \cdot (49 - 12 \cdot 2)} \text{ A} =$$

$$= \sqrt{25 \cdot 10^{-6} \cdot 25} \text{ A} = 5 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 25 \text{ mA}$$

$$I_{\text{max}} = 25 \text{ mA}$$

3) Рассмотрим цепь в установившемся состоянии. ~~Напряжение на конденсаторе и ток в катушке~~ Ток через конденсатор равен нулю ($I_C = C U_C' = 0$), напряжение на катушке равно нулю ($U_L = (L I_L)' = 0$).



~~Как только наступило стационарное состояние, диод закрылся и напряжение на нем должно остаться равным напряжению открытия~~

~~$U_0 - U_1 = U_C$~~

$\Rightarrow U_C = U_0 + U_1 = (6+1)/3 = 7\text{ В}$

В процессе перезарядки парад напряжение на конденсаторе. Ток в цепи тек, пока конденсатор мог обеспечить на диоде напряжение открытия. Присем ток мог течь только против часовой стрелки (в другом направлении диод ток не пропускает). $\Rightarrow \varphi_2 \geq \varphi_1$ (иначе ток через катушку бы должен будет течь по часовой стрелке, а это невозможно). $\varphi_2 = U_C$, а U_C постоянно парад (т.к. конденсатор заряжается). Значит как только φ_2 сравняется с φ_1 ($\varphi_1 = U_0 + U_C$), диод закроется. Ток в цепи больше не будет и наступит стационарное состояние

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

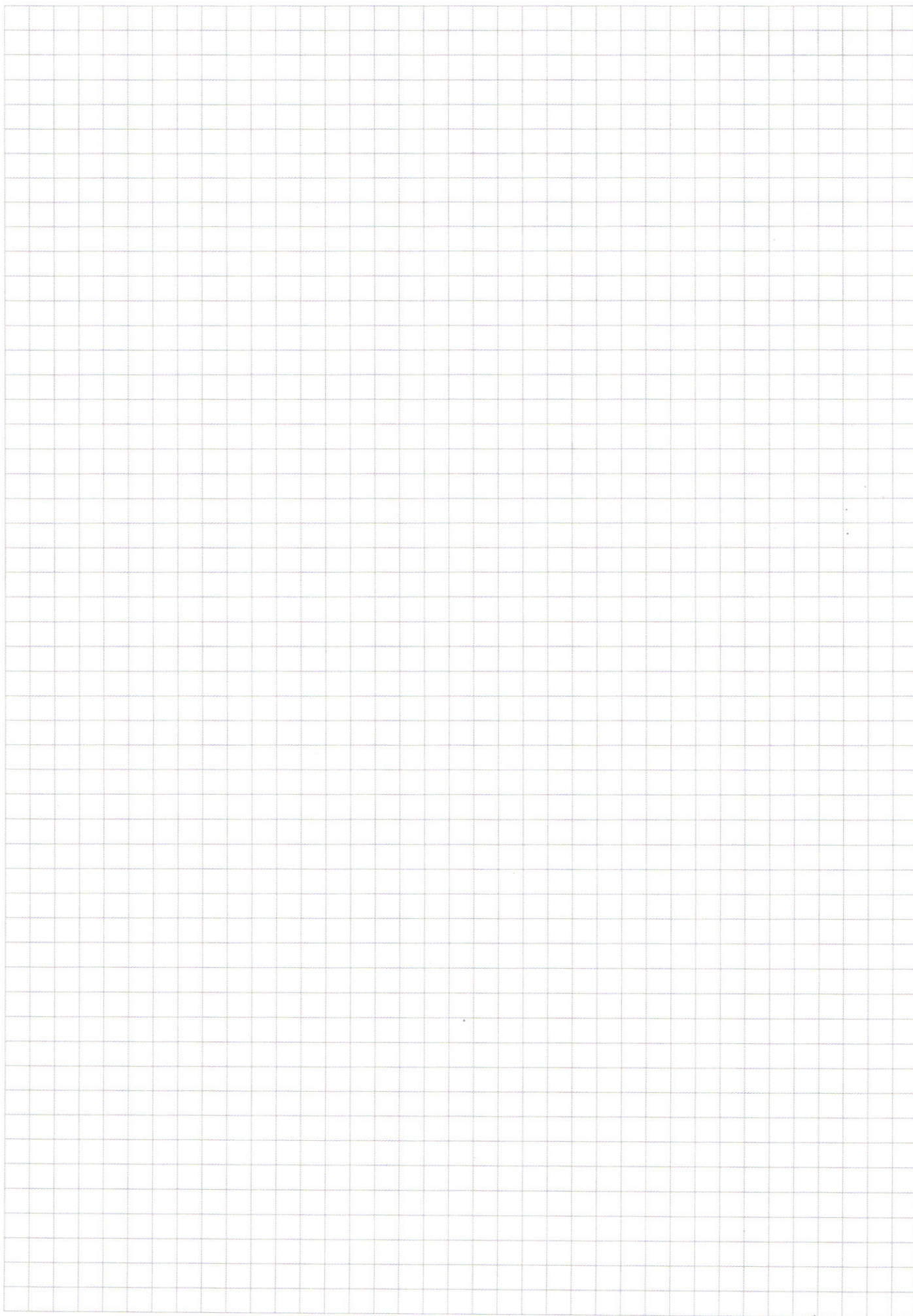
$$\varphi_2 - \varphi_1 = \mathcal{E} + U_0 = U_2$$

$$U_2 = \mathcal{E} + U_0 = (1+6)V = 7V$$

Ответ: 1) $5 \frac{A}{C}$

2) 25 mA

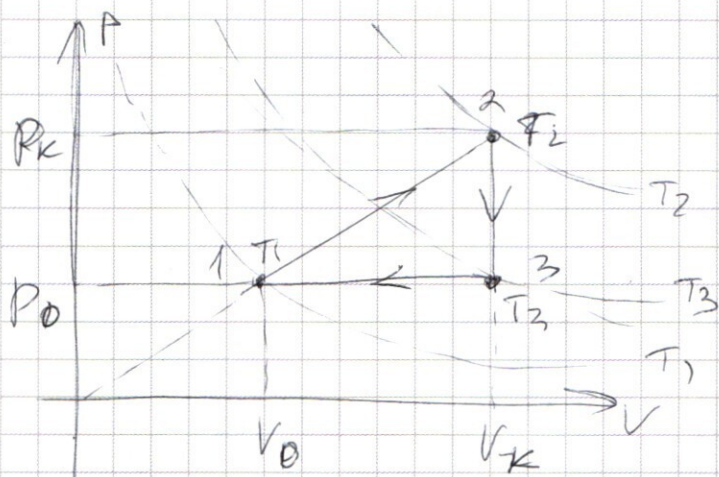
3) $7V$



☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 14
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$C_m = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$\bar{i} = 3$$

$$\frac{C_{22}}{C_{31}} \rightarrow$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} \rightarrow$$

$$\eta_{\max} \rightarrow$$

$$1) Q_{12} = \Delta U_{12}^{70} + A_{12}^{70} > 0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23}^{<0} + A_{23}^{<0} < 0$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31}^{<0} + A_{31}^{<0} < 0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + 0 = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) < 0$$

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

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

$$C_{23} = \frac{3 \nu R \Delta T}{\Delta T} = \frac{3}{2} \nu R$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} + p_0 (V_0 - V_k) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} =$$

$$= \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{31} = C_{31} \Delta T$$

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

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

$$\begin{aligned} & \frac{0.4 \cdot 17^2}{4.18 \cdot 8} \cdot \left(\frac{1600 \cdot 1.5 - 21^2 \cdot 15}{2 \cdot 17} \right) = \frac{17^2 \cdot 15}{180 \cdot 17} \cdot \frac{1}{(1600 - 21) / (1600 + 21)} = \\ & = \frac{17 \cdot 15}{16 + 21} \cdot \frac{8}{10} \cdot \frac{76}{10} = \frac{17 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 38}{18 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 10} = \frac{17 \cdot 3}{10} \end{aligned}$$

$$30 + 21 = 51$$

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

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

$$Q_H = Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \nu (V_K - V_0) \cdot \frac{p_0 + p_K}{2} =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} (\nu K p_0 + \nu K p_K - p_0 V_0 - p_K V_0)$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} (\nu R T_3 + \nu R T_2 - \nu R T_1) -$$

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

$$k^2 \frac{p_K}{p_0} = \frac{V_K}{V_0} \Rightarrow p_K V_0 = p_0 V_K$$

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{V_K}{V_0} = k \quad T_3 = T_2 k$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_1$$

$$p_K V_K = \nu R T_2$$

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

$$p_0 V_K = \nu R T_3 \Rightarrow \frac{T_2}{T_3} = \frac{p_K V_K}{p_0 V_K} = k \quad T_2 = T_1 k^2$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = \frac{\frac{4}{2} \nu R (T_2 - T_1) - \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) - \nu R (T_3 - T_1)}{\frac{4}{2} \nu R (T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{0,5 (T_2 - T_1) - T_3 + T_1}{2 (T_2 - T_1)} = \frac{0,5 T_2 - 0,5 T_1 - T_3 + T_1}{2 (T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{0,5 T_2 + 0,5 T_1 - T_3}{2 (T_2 - T_1)} = \frac{0,5 (T_2 + T_1) - T_3}{2 (T_2 - T_1)} = \frac{0,5 T_1 k^2 + 0,5 T_1 - T_1 k}{2 (T_1 k^2 - T_1)}$$

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

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

14²⁹ 11⁴⁰ → 15⁴⁰

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

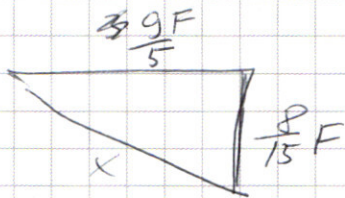
$L = \frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{3F}{5}$

$d_1 = \frac{6F}{5} + \frac{3F}{5} = \frac{9F}{5} > F$

$\rightarrow u. A.$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}, \frac{1}{F} = \frac{5}{9F}$

$f_1 = \frac{F d_1}{d_1 - F} = \frac{F \cdot \frac{9F}{5}}{(\frac{9}{5} - 1)F} = \frac{\frac{9}{5} F}{\frac{4}{5}} = \frac{9}{4} F$



$$81 \cdot 9 = 720 + 9 =$$

$$= 729$$

$$\begin{array}{r} 729 \\ + 64 \\ \hline 793 \end{array}$$

$$x = \sqrt{\frac{64}{225} + \frac{81}{25}} \quad F =$$

$$= \sqrt{\frac{64}{9} + \frac{81}{25}} =$$

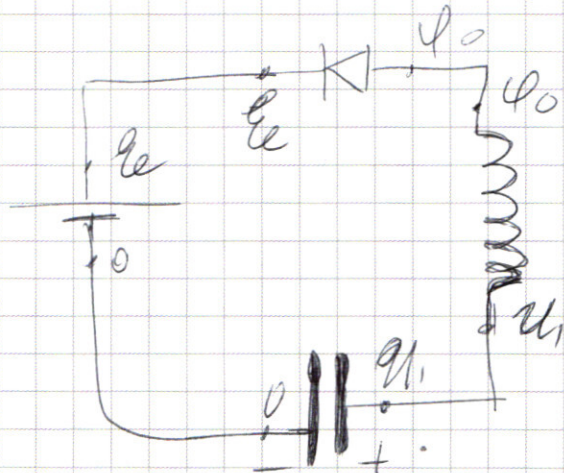
$$= \sqrt{\frac{64}{9} + \frac{729}{9}} = \sqrt{\frac{793}{9}} = \frac{\sqrt{793}}{3}$$

$E = 6 \text{ В}$
 $C = 10 \text{ мкФ}$
 $U_1 = 9 \text{ В}$
 $L = 0,4 \text{ Гн}$
 $U_0 = 1 \text{ В}$

$I'_{\text{ср}} = ?$

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

$U_2 = ?$



$$\varphi - \varphi = U_0$$

$$\varphi - \varphi = U_0$$

$$\Rightarrow \varphi = U_0 + \varphi = 7 \text{ В}$$

$$U_L = (LI)' =$$

$$= U_1 - \varphi_0 \Rightarrow$$

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$\Rightarrow I' = \frac{U_1 - U_0}{L} =$$

$$I' = 0 \Rightarrow \varphi = U_1$$

$$f_x = \frac{P_K}{V_K} = \frac{P_0}{V_0}$$

$$= \frac{9 - 7}{0,4} = \frac{2}{0,4} = \frac{1}{0,2} =$$

$$\Rightarrow \frac{P_0}{P_K} = \frac{V_0}{V_K}$$

$$= \frac{10}{2} = 5 \frac{\text{А}}{\text{В}}$$

$$\frac{P_K}{P_0} = \frac{V_K}{V_0}$$

$$\frac{10}{0,4} = \frac{100}{4} = 25$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$m = 0,4 \text{ кг}$
 $v = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $R = 1,5 \text{ м}$

$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$
 $\sin \beta = \sqrt{\frac{289 - 64}{289}} = \frac{15}{17}$

$\cos \alpha = \frac{4}{5}$
 $\cos \beta = \frac{8}{17}$

$\text{маг. е.} = T \sin \beta - N$
 $m \frac{v^2}{R} = T \sin \beta - N$

1) Рт кольцо движется по дуге окружности со скоростью v должна испытывать центростремительную.

Конец нити связан с концом троса (условие несомещения по точке)

$v \cos \beta = v' \cos \alpha$
 $v' = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 2 \cdot \frac{4/5}{8/17} = \frac{17 \cdot 2}{8 \cdot 5} = \frac{17}{3} = 5,67 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

По закону сложения скоростей $= \frac{17 \cdot 2}{10} = 3,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $\vec{v} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}$
 $\Rightarrow \vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v} - \vec{v}$

$v_{\text{отн}} = \sqrt{v^2 + v'^2 - 2vv' \cos(\alpha + \beta)}$
 $v_{\text{отн}} = \sqrt{v^2 + v'^2 - 2vv' \cos(\alpha + \beta)}$

$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{32 - 45}{5 \cdot 17} = -\frac{13}{5 \cdot 17}$

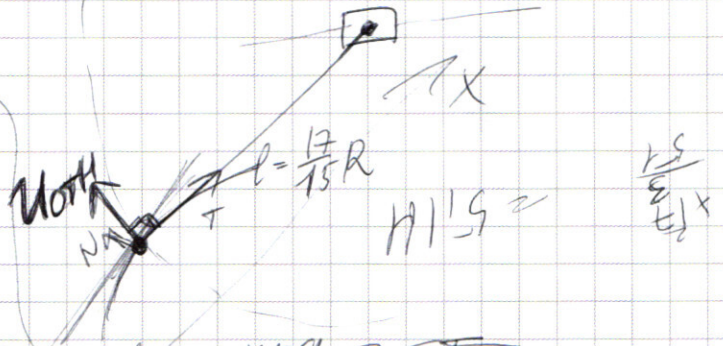
В инерциальной СС силы не меняются.

тогда решить задачу в $\mathbb{Q}$
Муфта

$$\begin{aligned} \bar{r} &= \frac{b}{202} = 0.00495 \\ T &= 1001 \\ N &= \frac{1001 \cdot 1.49}{1.49 + 1.74} = 500.5 \\ \bar{r} &= \frac{10}{17.3 + 17.3} = 0.291 \\ &= \frac{0.291 \cdot 1.49}{1.49 + 1.74} = 0.145 \end{aligned}$$

$$\frac{2}{27} = \frac{2}{3^3}$$

$$2x^2 = 2x^2$$



$$m \frac{u_{\text{orb}}^2}{r} = T - N \sin \beta$$

$$m \frac{u^2}{R} = T \sin \beta - N$$

$$N = \frac{m v^2}{R} \tan \alpha \beta - \frac{m R}{R}$$

$$m \frac{u^2}{l} = T - \left(T \sin^2 \beta + \frac{m u^2}{R} \right)$$

$$\begin{array}{r}
 104.12 \\
 + 1.35 \\
 \hline
 105.47
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 17 \overline{) 719} \\ \underline{17} \\ 179 \\ \underline{179} \\ 0 \end{array}$$

$$0.4 = 4 \cdot 0.1$$

$$8.8 = 4 \cdot 18$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ - 32 \\ \hline 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ - 32 \\ \hline 13 \end{array}$$

$$25.4 = 30.2 = 100$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 21 \\ \hline 29 \\ 58 \\ \hline 609 \end{array}$$

$$21 - 17 = 20 \cdot 10^{-6} = 10^{-2}$$

$$10^2 = 10 \times 10 = 100$$

$$13-4 = 9$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ 2852 \\ \hline 347 \\ 100 \\ \hline 441 \end{array}$$

$$\frac{26m^2 \cdot 15}{71R} - \frac{R \cdot 17}{212}$$

~~28~~
~~41.60~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

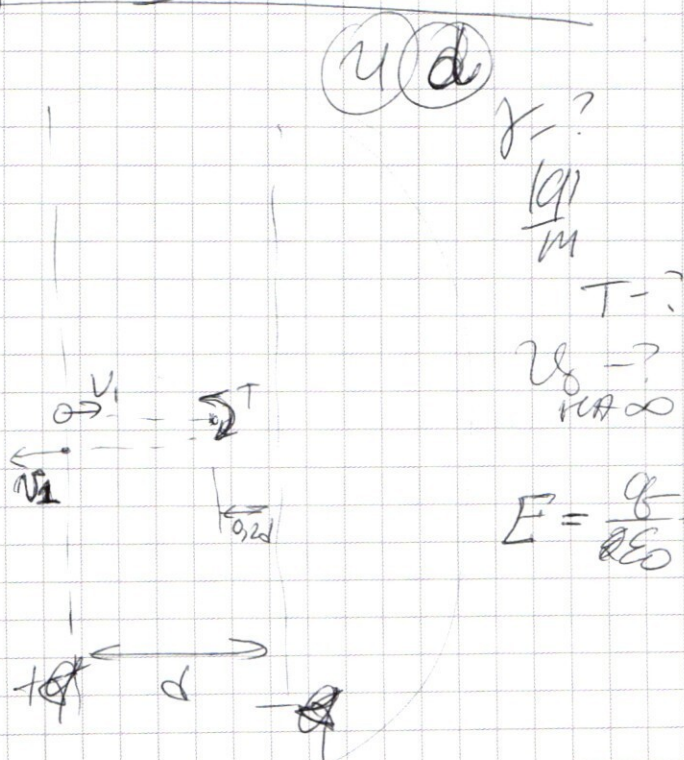
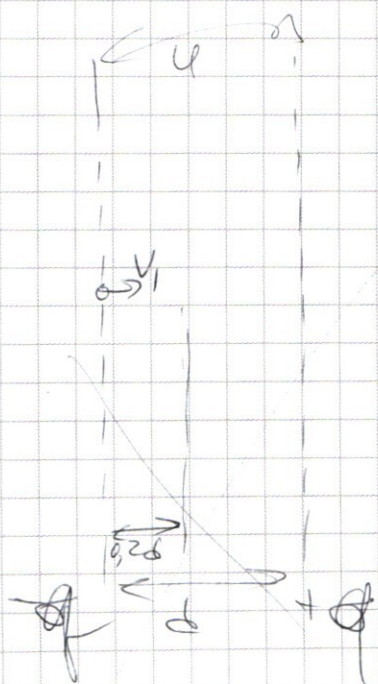
$$\frac{Q}{DR} = \frac{3}{2}T_2 - \frac{5}{2}T_1 + T_3 - T_1 =$$

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

$$\begin{aligned} & \frac{1}{16} \cdot \frac{10}{16} \cdot \frac{1}{8} \cdot 4T_2 - 4T_1 - (3T_2 + 2T_3 - 5T_1) = \\ & = 4T_2 - 4T_1 - 3T_2 - 2T_3 + 5T_1 = \\ & = T_2 + T_1 \end{aligned}$$

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

$$\frac{\Delta u_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2}DR(T_2 - T_1)}{\frac{1}{2}DR(T_2 - T_1)} = 3$$



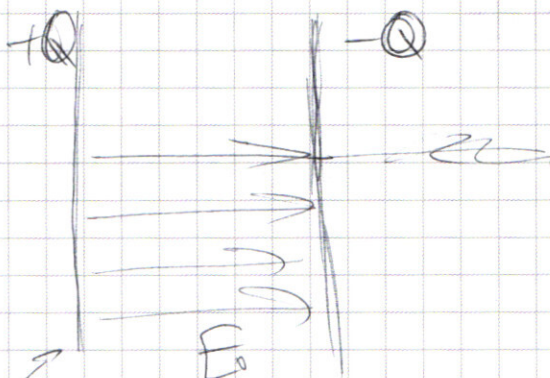
$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\varphi_1 = \frac{k(-Q)}{r}$$

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

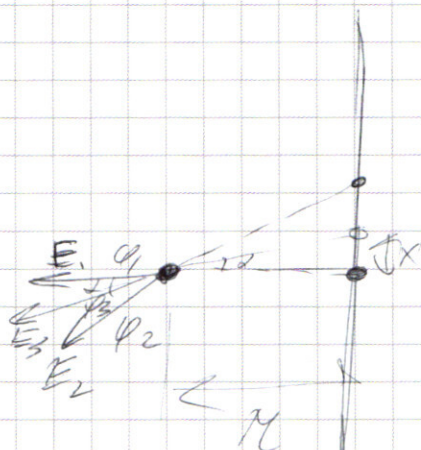
$$E_2 = \frac{(-Q')}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

$$\varphi_1 = \varphi_{11} + \varphi_{12}$$



$$E = -\varphi'$$

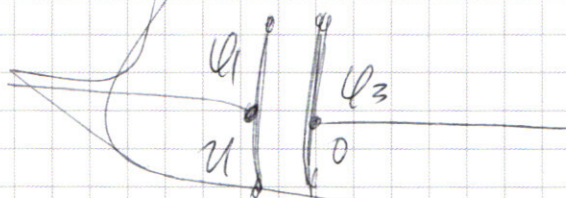
$$\frac{kQ}{2\epsilon_0} \quad \frac{kQ}{2\epsilon_0} \quad kQ\pi$$



$$E_1 = \frac{kq}{r^2 \sin \alpha}$$

$$\sum \Delta E = k \sum \frac{\Delta q \cos \alpha}{r^2 \sin^2 \alpha} = \frac{q}{2\epsilon_0 S}$$

$$\sum \Delta \varphi = \sum \frac{kq}{r^2 \sin \alpha} =$$



$$\varphi_3 = 0$$

$$\varphi_1 = U$$

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

$$v^2 + 2\gamma U = v_0^2$$

$$v_1^2 + 2 \cdot \frac{5v_0^2}{8\gamma} U = v_0^2$$

$$\frac{13}{8} \frac{v_0^2}{\gamma} = v_0^2$$

