

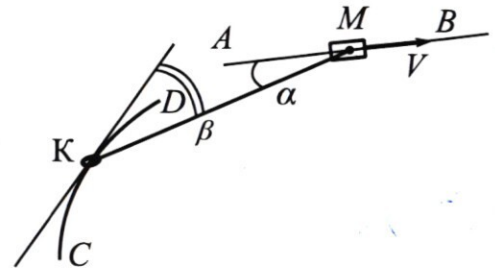
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-01

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



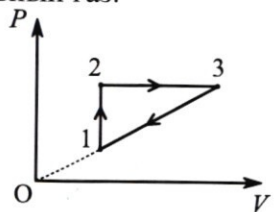
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 повышение температуры газа.

2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.

2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.

3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

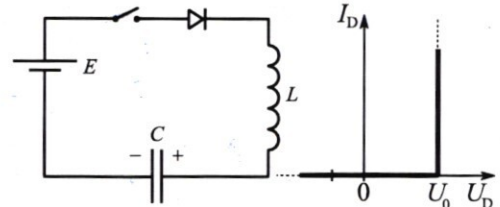
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ 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.

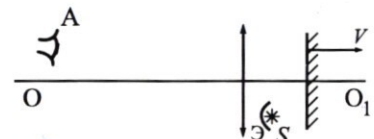


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости 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.

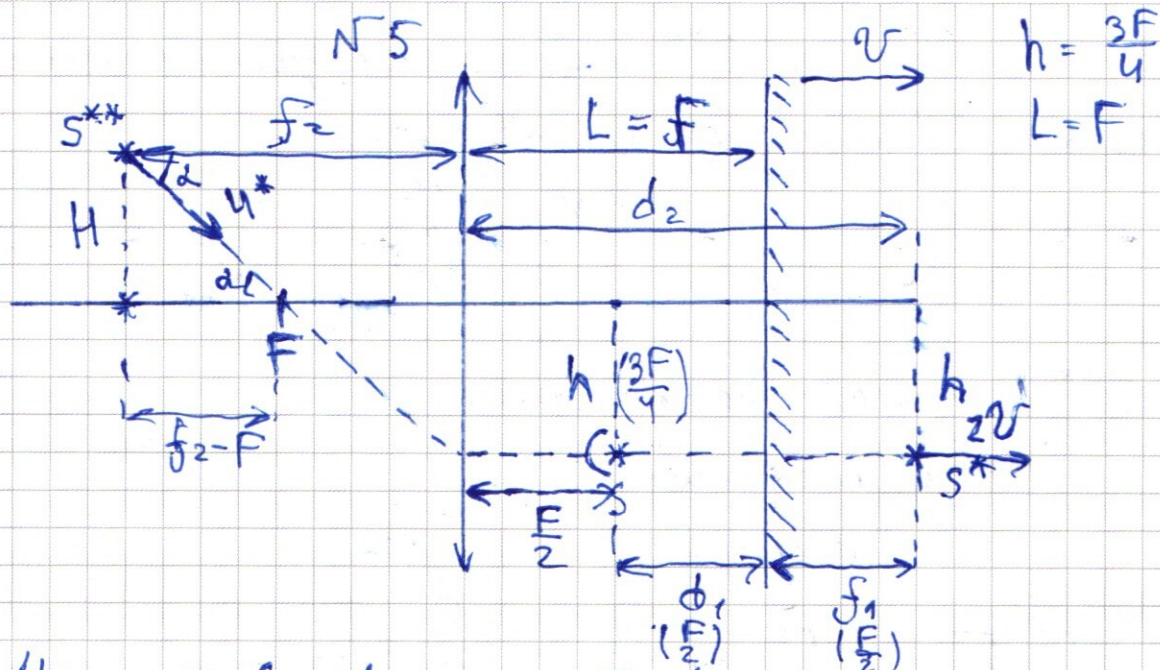
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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) Источник S является действительным предметом для зеркала. S^* - мнимое изображение действительного предмета S в зеркале.

Для зеркала верно: $d_1 = f_1$; $\Gamma_1 = 1$

2) В СО зеркала: предмет или скорость v направлено влево
 $\vec{v}_{отн} = -\vec{u}_{отн}$, где u - скорость изображения относительно зеркала.

т.е. скорость изображения относительно зеркала равно $2v$ и направлено вправо. $\vec{u} = \vec{v}_{лр} + \vec{u}_{отн}$

$$u = 2v$$

3) S^* - является действительным предметом для линзы, т.к. образован расходящимися лучами.

$$d_2 = L + f_1 = \frac{3F}{2}$$

4) т.к. $d_2 > F$, то S^{**} - изображение действительного предмета S^* является действительным.

$$+\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \left[f_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = \frac{\frac{3F}{2} \cdot F}{\frac{3F}{2} - F} = \frac{\frac{3F^2}{2}}{\frac{F}{2}} = 3F \right]$$

5) S^{**} - изображение в системе.

1) действительное

2) перевёрнутое.

$$\Gamma_{\text{сист}} = \Gamma_1 \cdot \Gamma_2 \quad \left[\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{3F}{\frac{3F}{2}} = 2 \right]$$

$$\left[\Gamma_{\text{сист}} = 2 \right] \quad 3) \text{ увеличенное } (\Gamma_{\text{сист}} > 1)$$

6) Продольные простижи в системе оптика линзы сонаправлены.

Вектора скоростей пересекаются на линзе.

(т.к. изображение тоже двукратное. Вдоль луча вдоль которого движется предмет)

т.к. луч направленный вдоль скорости предмета параллелен главной оптической оси $\Rightarrow$ после прохождения линзы он перейдет фокус.

$$\left[\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{f_2 - F} \right]$$

$$\left[H = h \cdot \Gamma_2 \right]$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h \cdot \Gamma_2}{f_2 - F} = \frac{\frac{3}{4}F \cdot 2}{3F - F} = \frac{\frac{3}{4} \cdot 2}{2} = \frac{3}{4}$$

$$\boxed{\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}}$$

4) Так линза не подвижна $\Rightarrow \boxed{u_{||}^* = v_{||} \cdot \Gamma_2^2}$

где u^* - скорость изображения ($u_{||}^*$ - продольная)
 $v_{||}$ - продольная скорость предмета.

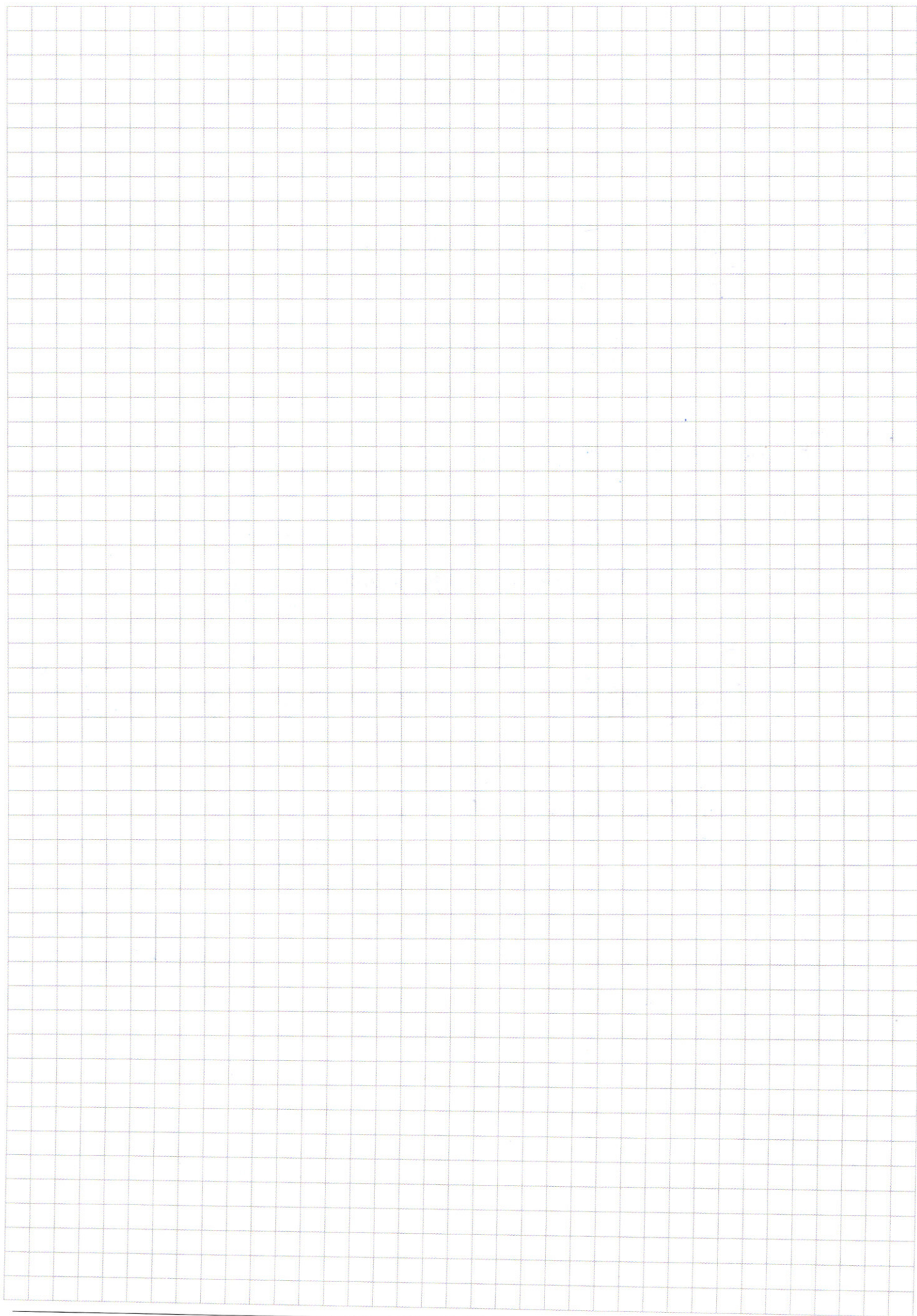
$$\boxed{u_{||}^* = 2v \cdot 2^2 = 8v}$$

$$\boxed{u^* = \frac{u_{||}^*}{\cos \alpha}}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{9}{16}}} = \frac{4}{5}$$

$$\boxed{u^* = \frac{8v \cdot 5}{4} = 10v}$$

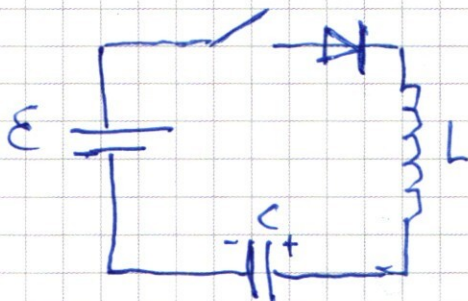
Ответ: 1) $f_2 = 3F$
2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$
3) $u^* = 10v$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



НЧ.

$$E = 9 \text{ В}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

1) т.к. вначале $E - U_1 > U_0$ диод открыт.

По правилу Кирхгофа: $E - U_1 - U_0 - L \frac{dI}{dt} = 0$

$$\boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{E - U_1 - U_0}{L} = \frac{3 \text{ В}}{0,1 \text{ Гн}} = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}}$$

2) Максимальный ток: $\frac{dI}{dt} = 0$.

$$E - \frac{q}{C} - U_0 = 0 \quad \frac{q}{C} = E - U_0 \quad \boxed{q' = (E - U_0)C - q_0}$$

По закону сохранения заряда $q = q' + q_0$

q' - заряд протекший от цепи за это время

По закону сохранения энергии:

$$\frac{q^2}{2C} - \frac{q_0^2}{2C} + \frac{LI_{\max}^2}{2} = Eq' - U_0 q'$$

$$\frac{C(E - U_0)^2}{2C} + \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2} = (E - U_0) \cdot C + (E - U_0) q_0$$

$$\frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{(E - U_0)^2 \cdot C}{2} + \frac{CU_1^2}{2} - C(E - U_0)U_1$$

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

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

$$I_{\max} = (\epsilon - U_0 - U_1) \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$I_{\max} = 3 \text{ В} \cdot \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}}{0,1 \text{ Гн}}} = \underline{60 \text{ мА}}$$

2) Тогда катушка разрядится:

По ЗСЭ $\frac{q_2^2}{2C} - \frac{q^2}{2C} = \epsilon q'' + \frac{L I_{\max}^2}{2} - U_0 \cdot q''$

$q_2 = q + q''$ - по закону сохранения заряда:

$$q'' = q_2 - q$$

$$\frac{q_2^2}{2C} - \frac{q^2}{2C} = (\epsilon - U_0)(q_2 - q) + \frac{L I_{\max}^2}{2}$$

$$\frac{C U_2^2}{2} - \frac{C(\epsilon - U_0)^2}{2C} = (\epsilon - U_0) \cdot C(U_2 - (\epsilon - U_0)) + \frac{L I_{\max}^2}{2}$$

$$\frac{C U_2^2}{2} = C(\epsilon - U_0) U_2 - \frac{C(\epsilon - U_0)^2}{2} + \frac{L I_{\max}^2}{2}$$

$$U_2^2 - 2(\epsilon - U_0) U_2 + (\epsilon - U_0)^2 - \frac{L I_{\max}^2}{C} = 0$$

$$U_2^2 - 2(\epsilon - U_0) U_2 + U_1(2\epsilon - 2U_0 - U_1) = (\epsilon - U_0 - U_1)^2$$

Учитывая зарядку $U_2 = (\epsilon - U_0) + \sqrt{(\epsilon - U_0)^2 - (2\epsilon - 2U_0 - U_1) \cdot U_1} =$
 $= 11 \text{ В}$

т.к. $U_2 > \epsilon \Rightarrow$ диод
 закроется.
 режим установившийся

- Ответ:
- 1) $30 \frac{\text{А}}{\text{с}} = \frac{dI}{dt}$
 - 2) $I_{\max} = 60 \text{ мА}$
 - 3) $U_2 = 11 \text{ В}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$V = 68 \text{ м/с.}$$

$$m = 0,1 \text{ т.}$$

$$R = 1,9 \text{ м.}$$

$$L = \frac{5R}{3}.$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{14}$$

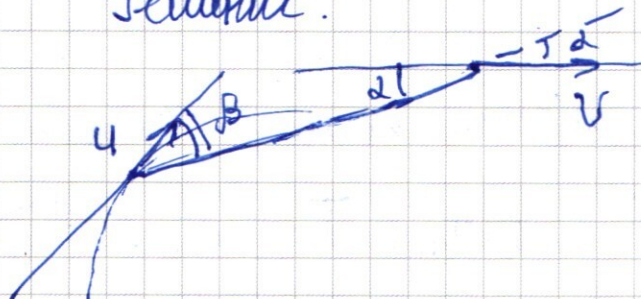
$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

1) $U_k = ?$

2) $U_{\text{отн}} = ?$

3) $T = ?$

Решение:



1) Киль не растаскивает $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ проекции скоростей на киль совпадают.

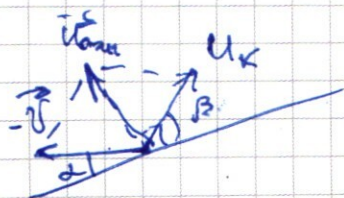
$$U \cdot \cos \alpha = U_k \cdot \cos \beta$$

$$U_k = \frac{U \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{U \cdot \frac{15}{14}}{\frac{4}{5}} = \frac{45}{68} U = \boxed{45 \frac{\text{см}}{\text{с}}}$$

2) По закону сложения скоростей:

$$\vec{U}_k = \vec{V} + \vec{U}_{\text{отн.}}$$

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



т.к. киль ~~не~~ перпендикулярен. $U_{\text{отн.}}$ перпендикулярен.

килю

$$U_{\text{отн.}} = U_k \sin \beta + V \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{\frac{14^2 - 15^2}{14^2}} = \frac{8}{14}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{4^2}{5^2}} = \frac{3}{5}$$

$$U_{\text{отн}} = \frac{45}{68} V \cdot \frac{3}{5} + V \cdot \frac{8}{14} = \frac{45}{68} V + \frac{8}{14} V = \frac{44}{68} V =$$

$$= 44 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

3) В СО муфта только вращается возле неё
по з.и.н.:

$$m a_n = T \quad a_n = \frac{U_{\text{отн}}^2}{L}$$

$$T = \frac{m \cdot U_{\text{отн}}^2}{L} = \frac{m \cdot 44^2 \cdot V^2 \cdot 3}{68^2 \cdot 5 R} =$$

$$= \frac{0,1 \text{ кг} \cdot 44^2 \cdot (68 \frac{\text{см}}{\text{с}})^2 \cdot 3}{68^2 \cdot 5 \cdot 190 \text{ см}} = \frac{0,1 \cdot 44^2 \cdot 3 \text{ см}^2 \text{с}^{-2}}{5 \cdot 190 \text{ см}} = \frac{0,1 \cdot 0,01 \cdot 44^2 \cdot 3}{5 \cdot 190} \text{ Н} \approx$$

$$\approx 0,001 \cdot 188 \text{ Н} \approx 0,188 \text{ Н}$$

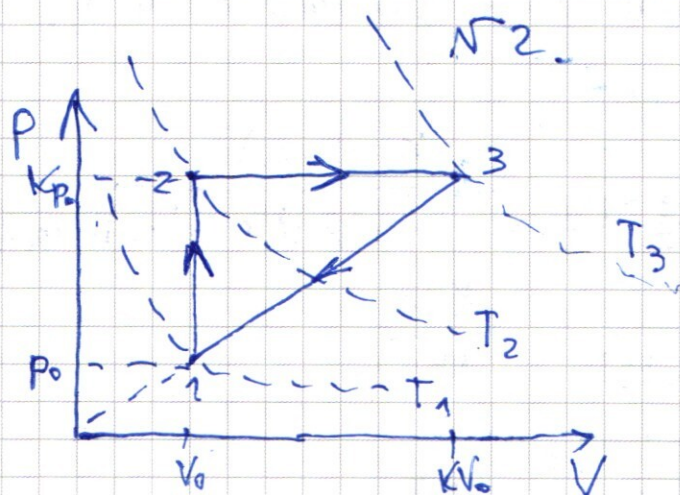
Ответ: ~~0,188~~

1) $U_k = 45 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

2) $U_{\text{отн}} = 44 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

3) $T = 0,188 \text{ Н}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) $\frac{C_{2-3}}{C_{1-2}} = ?$

2) $\frac{Q_{2-3}}{A_{2-3}} = ?$

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

1) Как можно увидеть $T_3 > T_2 > T_1$

$\frac{C_{2-3}}{C_{1-2}} = ?$

По первому началу термодинамики:

$Q_{1-2} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$Q_{2-3} = \Delta U_{23} + A_{23}$

По Менг.-Клар: $pV = \nu R \Delta T$

2) $A_{12} = 0$ (изохора)

$\Delta U_{12} = \frac{1}{2} \nu R \Delta T_{12}$

$Q_{1-2} = C_{1-2} \nu \Delta T_{1-2}$

$C_{1-2} = \frac{1}{2} R = C_V$

3) $A_{23} = p \Delta V_{23} = \nu R \Delta T_{23}$

$\Delta U_{2-3} = \frac{1}{2} \nu R \Delta T_{2-3}$

$Q_{2-3} = C_{2-3} \nu \Delta T_{2-3}$

$C_{2-3} = \frac{1}{2} R + R = C_P$

$\frac{C_{2-3}}{C_{1-2}} = \frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{1}{2} R + R}{\frac{1}{2} R} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{1}{2} R} = \frac{5}{1}$

$$4) \frac{Q_{2-3}}{A_{2-3}} = \frac{c_{2-3} \Delta T_{2-3}}{J R \Delta T_{2-3}} = \frac{\left(\frac{3}{2}R + R\right)}{R} = \frac{5}{2}$$

5) Пусть в процессе 1 давление p_0 , объем V_0

т.к. 1-3 : $p = \text{const}$, то пусть давление стало $Kp_0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow V_3 = KV_0$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_1} = \frac{(Kp_0 - p_0)(KV_0 - V_0)}{\frac{5}{2} J R \Delta T_{2-3} + \frac{3}{2} J R \Delta T_{12}} = \frac{(K-1)^2 p_0 V_0}{5(Kp_0(KV_0 - V_0) + 3V_0(Kp_0 - p_0))}$$

$$= \frac{(K-1)^2}{5K^2 - 5K + 3K - 3} = \frac{(K-1)^2}{(K-1)(5K+3)} = \frac{K-1}{5K+3}$$

$$\eta' = \frac{(5K+3)(-1+0) - (K-1)(5+0)}{(5K+3)^2} = \frac{-5K-3-5K+5}{(5K+3)^2} = \frac{-10K+2}{(5K+3)^2}$$

~~$5K \neq 3$~~ $\frac{8}{(5K+3)^2} > 0$ функция возрастает.

$$\eta_{\max} = \frac{1 - \frac{1}{K}}{5 + \frac{3}{K}} = \frac{1}{5} \quad (K \rightarrow \infty)$$

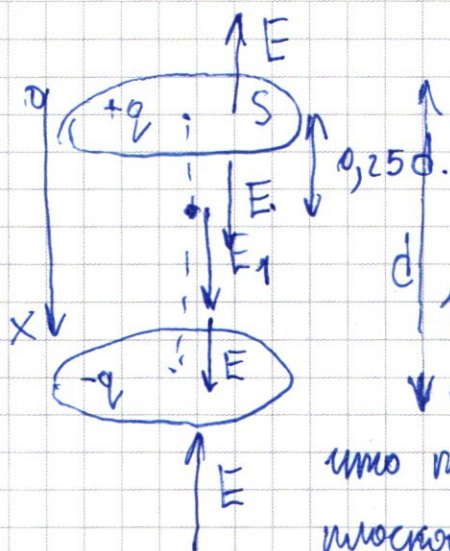
$$\boxed{\lim_{K \rightarrow \infty} \eta = \frac{1}{5}}$$

Ответ: 1) $\frac{c_{2-3}}{c_{1-2}} = \frac{5}{3}$

2) $\frac{Q_{2-3}}{A_{2-3}} = \frac{5}{2}$

3) $\eta_{\max} = \frac{1}{5}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№ 3.

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

1) т.к. $d \ll \sqrt{S}$ и поле близко.

В симметрии однородно будем считать что поле создается лишь ~~одна~~ от бесконечных плоскостей т.е.

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

σ - поверхностный заряд ($\sigma = \frac{Q}{S}$)

В силу симметрии напряженность поля направлена вдоль оси симметрии и по принципу суперпозиции.

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

2) По 2 з.н. $m\vec{a} = q\vec{E}_1 \Rightarrow a_x = \frac{q}{m} E_1 = \gamma \cdot E_1$

3) т.к. $U_k \perp$ поверхностям обкладок, а направление всегда направлена вдоль оси симметрии, то и $\vec{U}_1$ тоже направлена.

4) Заматывая, что по принципу суперпозиции поля от конденсаторов. скалярно скомпированы $E_z = 0$.

$$4) \quad 0,45d = V_1 T - \frac{aT^2}{2}$$

$$V_1 = \frac{3d}{4T} + \frac{aT}{2}$$

$$4) \quad \frac{3}{4}d = \frac{aT^2}{2} \quad \left| \Rightarrow \quad \text{m.k. } v_0 = 0 \right.$$

$$v_1 = aT$$

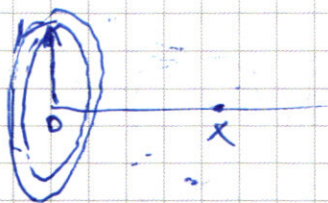
$$\Rightarrow \frac{\frac{3}{4}d}{v_1} = \frac{T}{2} \Rightarrow \boxed{v_1 = 1,5 \frac{d}{T} = \frac{3d}{2T}}$$

$$5) \quad \boxed{a = \frac{3}{2} \frac{d}{T^2} = \gamma E_1 = \gamma \cdot \frac{G}{\epsilon_0} = \gamma \frac{Q}{S \epsilon_0}}$$

$$\boxed{Q = \frac{3 d \cdot S \cdot \epsilon_0}{2 T^2 \cdot \gamma}}$$

6) Найдем потенциал от плоского конденсатора на расстоянии x

$$S = \pi R_0^2$$



$$d\varphi = \frac{G \cdot 2\pi R \cdot dR}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

Заметим, что $(\sqrt{R^2 + x^2})' =$

$$= \frac{2R \cdot dR}{\sqrt{R^2 + x^2}} \Rightarrow \varphi = \int_0^{\sqrt{\frac{S}{\pi}}} \frac{G \cdot 2\pi R \cdot dR}{\sqrt{R^2 + x^2}} = G\pi \sqrt{R^2 + x^2} \Big|_0^{\sqrt{\frac{S}{\pi}}} =$$

$$= G\pi \sqrt{\frac{S}{\pi} + x^2} - G\pi x$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4) Погада. найти потенциал.

$$\varphi_1 = \varphi_{+q} + \varphi_{-q} = G \cdot \pi \sqrt{\frac{s}{\pi} + d^2} - G \pi \cdot d - G \pi \sqrt{\frac{s}{\pi}} - 0 = G \left(\sqrt{\pi s + \pi^2 d^2} - \pi d - \pi \sqrt{\frac{s}{\pi}} \right)$$

$$8) \varphi_{inf} = 0$$

9) По теории об уменьшении кинетической энергии.

$$\frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} = A E_1 = (\varphi_1 - \varphi_{inf}) \cdot q =$$

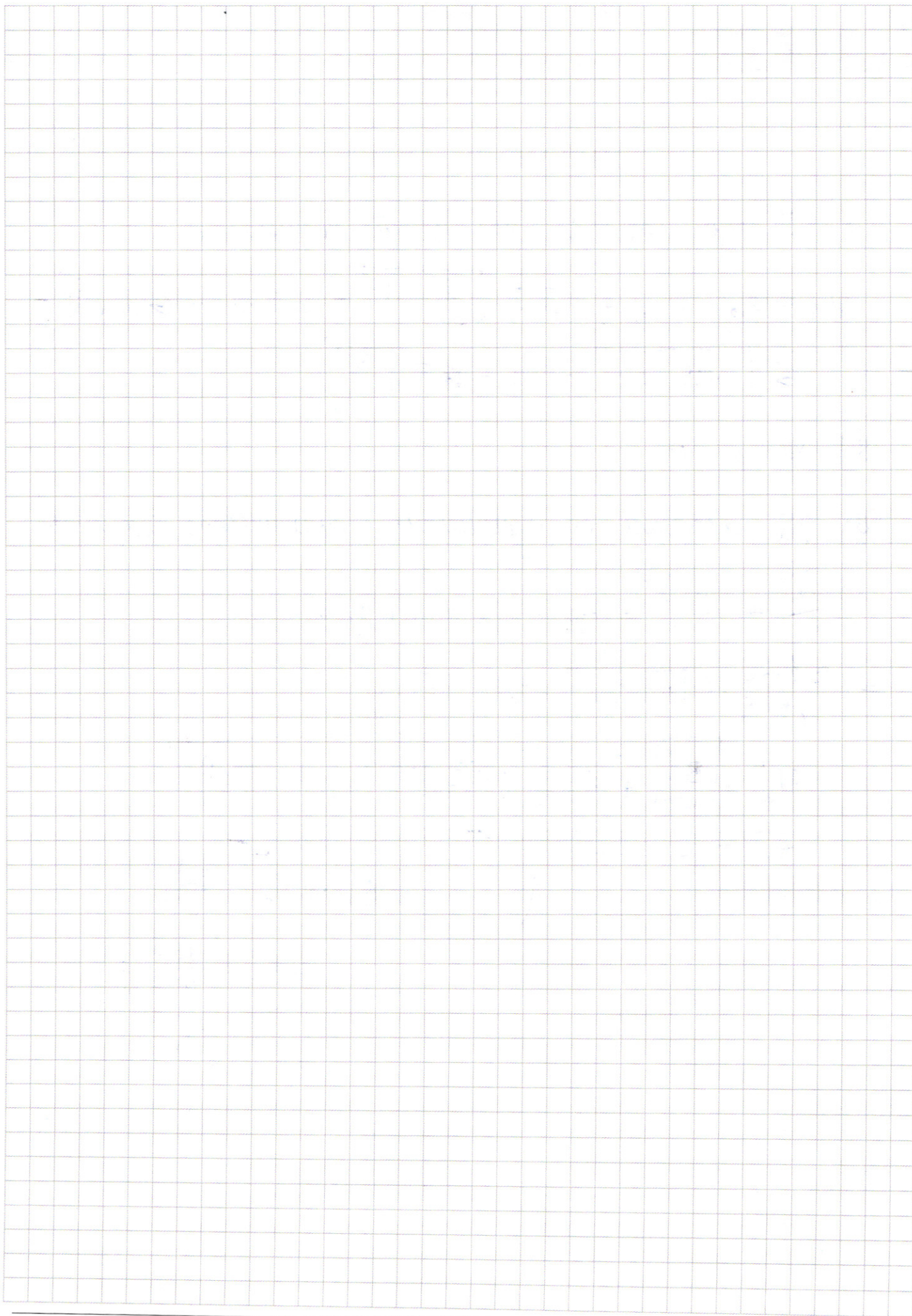
$$= \frac{3d \cdot \epsilon_0}{2T^2 \gamma} \cdot (\sqrt{\pi s + \pi^2 d^2} - \pi d - \sqrt{\pi s}) \cdot q.$$

$$v_2^* = \sqrt{\frac{9d^2}{4T^2} + \frac{3d \epsilon_0}{T^2} (\sqrt{\pi s + \pi^2 d^2} - \pi d - \sqrt{\pi s})}$$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3d}{2T}$

2) $Q = \frac{3d s \epsilon_0}{2T^2 \gamma}$

3) $v_2 =$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$$Q^+ = Q_{1-2} + Q_{2-3} = C_{2-3} \Delta T_{2-3} + C_{1-2} \Delta T_{1-2} = \frac{5}{2} \Delta T_{2 \rightarrow R} + \frac{3}{2} \Delta T_{1 \rightarrow 2} R = \frac{5}{2} K p_0 (K-1) V_0 + \frac{3}{2} V_0 (K p_0 - p_0)$$

$$\eta = \frac{(K-1)^2}{2 \left(\frac{5}{2} K^2 - \frac{5}{2} K + \frac{3}{2} K - 3 \right)} = \frac{K^2 - 2K + 1}{5K^2 - 2K - 2}$$

$$\eta' = \left(\frac{A}{B} \right)' = \frac{A'B - AB'}{B^2}$$

$$\eta' = \frac{(2K-2) \cdot (5K^2 - 2K - 2) - (K^2 - 2K + 1)(10K - 2)}{(5K^2 - 2K - 2)^2} = 0$$

$$10K^3 - 4K^2 - 4K - 10K^2 + 4K + 4 - 10K^3 - 20K^2 - 10K + 2K^2 - 4K +$$

$$+ 2 = 0$$

$$- 32K^2 - 16K + 6 = 0$$

$$32K^2 + 16K - 6 = 0$$

$$16K^2 + 4K - 3 = 0$$

$$\left(\frac{K-1}{5K+3} \right)' =$$

$$= \frac{5K+3 - 5(K-1)}{(5K+3)^2} =$$

$$\begin{array}{r} \times 121 \\ 49 \\ \hline 1089 \\ 484 \end{array}$$

$$5929$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 44 \\ \hline 44 \\ 440 \\ \hline 484 \end{array}$$

$$K = 16 + 16 \cdot 3 \cdot 4 =$$

$$\frac{121 = 49 \cdot 3}{68^2 \cdot 5}$$

$$\begin{array}{r} \times 5929 \\ 3 \\ \hline 14484 \\ 11484 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14484 \overline{) 950} \\ 950 \\ \hline 8284 \\ 8284 \\ \hline 1600 \\ 684 \end{array}$$

$$1) \quad \mathcal{E} - U_1 - U_0 - L \cdot \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - U_1 - U_0}{L}$$

$$2) \quad \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} - U_0 = \frac{q}{C}$$

$$q' = q_0 - q_0$$

$$W = \frac{CU_0^2}{2} = \mathcal{E}q' - U_0 \cdot q' + C$$

$$\frac{Q_0^2}{2C} - \frac{q_0^2}{2C} + \frac{LI_{\max}^2}{2} = \mathcal{E}q' - U_0 \cdot q'$$

$$\frac{(q + q'')^2}{2C} - \frac{(q)^2}{2C} = \mathcal{E}q' - U_0 q''$$

$$(\mathcal{E} - U_0 - U_1)^2 = \mathcal{E}^2 + (U_0 + U_1)^2 - 2\mathcal{E}(U_0 + U_1)$$

$$3B \cdot \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-9}}{0,1}} = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 3B = 60 \text{ mA}$$

$$U_2^2 = 2(\mathcal{E} - U_0)U_2 + (\mathcal{E} - U_0)^2 + \frac{LI_{\max}^2}{C} = 0$$

$$U_2^2 - 2(\mathcal{E} - U_0)U_2 + U_1 \cdot (\mathcal{E} - U_0 - U_1)^2$$

$$8B + \sqrt{64 - 5(16 - 5)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

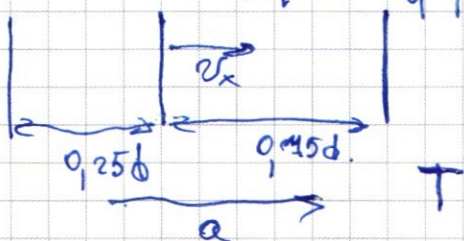
$$0,25d = v_1 T - \frac{aT^2}{2}$$

$$0,45d = v_1 T + \frac{aT^2}{2}$$

$$v_0 = v_1 + aT$$

$$v_1 = \frac{3d}{4T} - \frac{aT}{2}$$

$$\frac{v_1 + 0}{2} T = \frac{3}{4} d$$



1) → делаем. $0,45d = v_x T + \frac{aT^2}{2}$

$$v_x = \frac{3d}{4T} - \frac{aT}{2} \geq 0$$

$$3d \geq 2aT^2$$

$$T \leq \sqrt{\frac{3d}{2a}}$$

$$0,25d = v_x T - \frac{aT^2}{2}$$

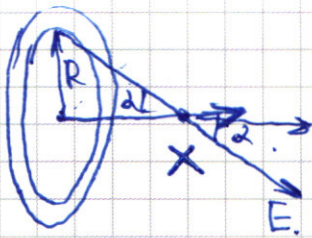
$$v_x = \frac{d}{4T} + \frac{aT}{2} \geq 0$$

$$\frac{m v_x^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = 0,45d \cdot E_{1q}$$

$$v_1 = v_x + aT$$

$$\frac{m v_x^2}{2} - \frac{m v_x^2}{2} + \frac{m a^2 T^2}{2} + \frac{m 2 v_x a T}{2} = 0,45d E_{1q}$$

- 0,25d



$$\delta E_1 = dE \cdot \cos \alpha$$

$$\varphi = q$$

$$dE = \frac{kG \cdot dR \cdot dl}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$E = \frac{kG \cdot dR \cdot 2\pi R}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$d\varphi = \frac{G \cdot 2\pi R \cdot dR}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$\varphi = \int_0^{\sqrt{s}} G \cdot 2 \cdot$$

$$\int \frac{1 \cdot dR}{\sqrt{1 + \frac{x^2}{R^2}}}$$

$$\left(\sqrt{R^2 + x^2} \right)' = \frac{2R dR}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$