

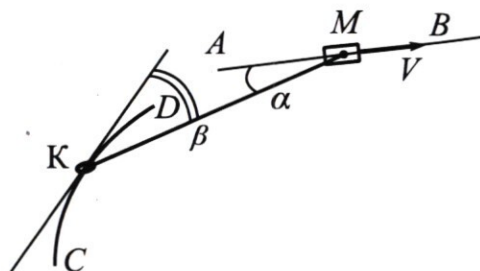
Олимпиада «Физтех» по физике, фс

Класс 11

Вариант 11-04

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

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.



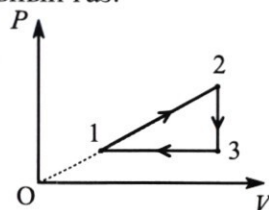
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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

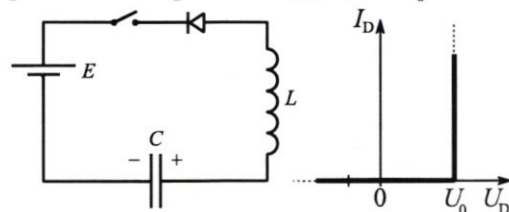
2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?

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.

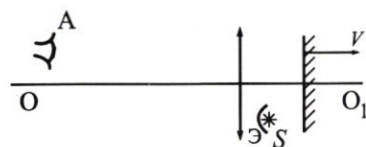


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

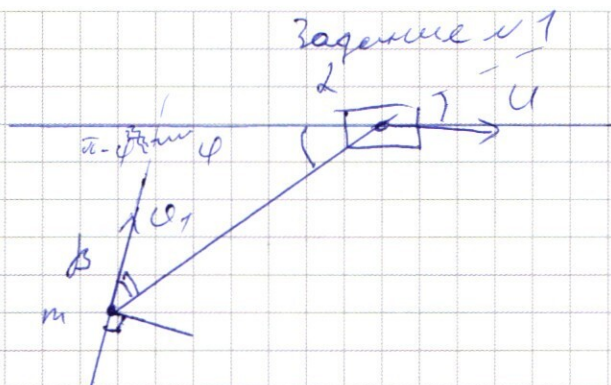
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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

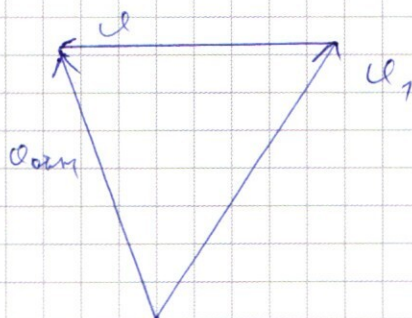


- 1) Т.к. длина троса постоянна, проекции скоростей на него равны.

$$u \cos \beta = u_1 \cos \alpha \quad u_1 = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} u$$

$$\Rightarrow u_1 = u \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{1}{8} = \frac{3,4}{8} \text{ м/с} \quad 3,4 \text{ м/с}$$

2) $u = u_0 - (2 + \beta) \Rightarrow u_0 - u = 2 + \beta$



$$u_{0\text{кр}}^2 = u^2 + u_1^2 = 2 \cdot u \cdot u_1 \cos(\alpha + \beta)$$

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

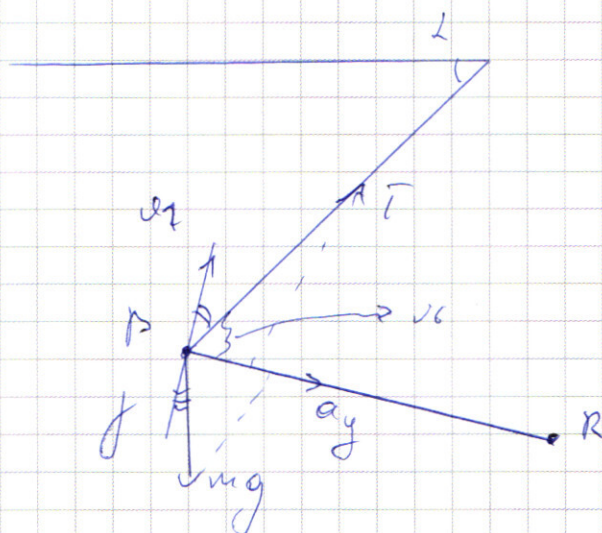
$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{5} \quad \sin \beta = \frac{1}{5}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{-13}{5 \cdot 4}$$

$$u_{0\text{кр}}^2 = 3,4^2 + 2^2 + 3,4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot \left(-\frac{13}{20}\right)$$

$$u_{0\text{кр}} = 4 \sqrt{11}$$

3)



Т.к. кольцо движется по окружности, $mg_y = T \cos(\frac{\alpha}{2} = \beta) + mg \cos(\frac{\alpha}{2} = \beta)$

$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

$$\frac{v^2}{R} m = T \sin \beta + mg \cos(2 + \beta)$$

$$\Rightarrow T = \frac{1}{\sin \beta} (-mg \cos(2 + \beta) + \frac{v^2 m}{R})$$

$$T = \frac{17}{15} \left(-0,4 \cdot 9,8 \cdot \frac{1-13}{5 \cdot 14} + \frac{3,4^2 \cdot 0,4}{1,9} \right) =$$

$$= \frac{0,4 \cdot 13}{15} + \frac{11,56 \cdot 0,4}{1,9 \cdot 15} \cdot 17 \approx 2,8 \text{ Н}$$

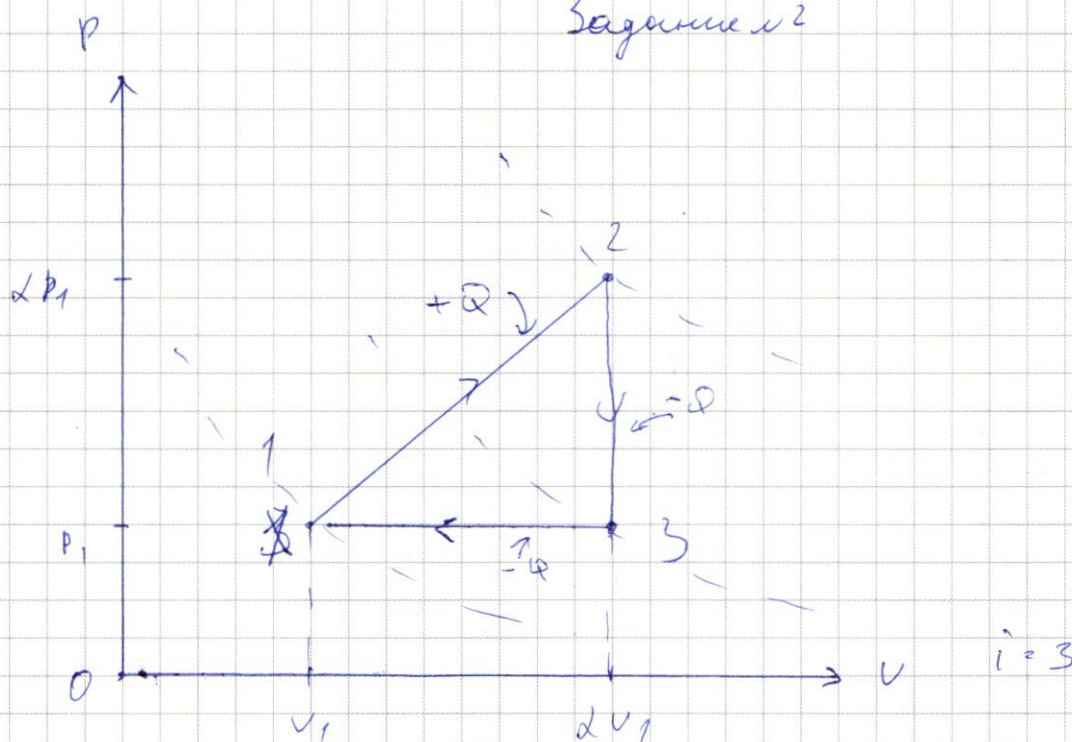
Ответ: 1) 3,4 м/с

2) $4\sqrt{11}$ м/с

3) 2,8 Н

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2



1) Отводятся тепло и количество T в проц. 2-3 и 3-1

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

$$C_{31} = C_p = \left(\frac{i}{2} + 1\right) R = \frac{5}{2} R$$

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

$$2) A_{12} = \left(p_1 + \frac{2p_1}{2}\right) (2v_1 - v_1) = \frac{p_1 v_1}{2} (2^2 - 1)$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} (2^2 p_1 v_1 - p_1 v_1) = \frac{3}{2} p_1 v_1 (2^2 - 1)$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$$

$$3) \quad \eta = \frac{Q^+ - Q^-}{Q^+} = \frac{A_{\Sigma}}{Q^+}$$

$$A_{\Sigma} = A_{12} - A_{31}$$

$$A_{31} = p_1 v_1 (d-1)$$

$$Q^+ = Q_{12} = \rho v_{12} A_{12} = 4 A_{12}$$

$$A_{\Sigma} = p_1 v_1 \left(\frac{d^2-1}{2} - p_1 v_1 (d-1) \right) = \frac{d^2 - 2d + 2}{2}$$

$$\eta = \frac{(d^2 - 2d + 2) p_1 v_1}{2 \cdot 4 \cdot \left(\frac{d^2-1}{2} \right) p_1 v_1} = \frac{1}{4} \left(\frac{d^2-1 - (2d-2)}{d^2-1} \right) =$$

$$= \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2(d-1)}{d^2-1} \right) = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2}{d+1} \right)$$

$$\eta_{\max} \text{ при } d \rightarrow \infty, \text{ тогда } \eta = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2}{\infty+1} \right) = 25\%$$

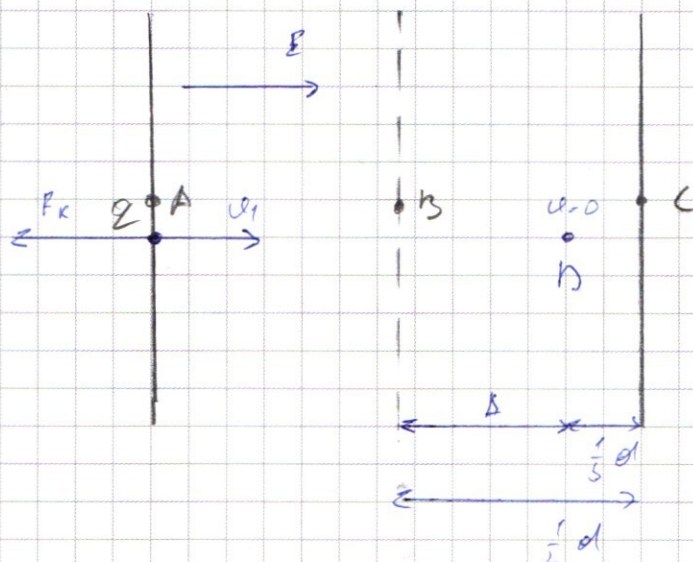
$$\text{ответ: } 1) \frac{5}{3}$$

$$2) 3$$

$$3) 25\%$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3



~~Потенциал~~ $\varphi_B = 0$, т.к. поле однородно, которой принадлежит
в перпендикулярно ей $\Rightarrow$ потенциал перпендикулярной проводящей
зарядку поверхности равен

$$E d = U$$

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{E d}{2} = \frac{U}{2}$$

$$\varphi_A = \frac{U}{2}$$

$$\varphi_B - \varphi_C = -\frac{U}{2}$$

$$\varphi_C = -\frac{U}{2}$$

1) Поле между ЗСЧ

$$W_{k0} + W_{e0} = W_{Ek} + W_{kK} \quad W_{kK} = 0$$

$$m \frac{v^2}{2} + q \varphi_A = 0 + q \varphi_B$$

$$\varphi_B - \varphi_A = \Delta \varphi$$

$$\Delta = d \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{5} \right) = 0,3d$$

$$\Rightarrow \varphi_B = 0,3U$$

$$\Rightarrow \frac{m u_1^2}{2} = -0,8 u g$$

$$\frac{m}{g} = -\frac{u_1^2}{1,6 u}$$

$$f = \left| \frac{-u_1^2}{1,6 u} \right| = \frac{u_1^2}{1,6 u}$$

2) По Т. П. записыва движение с ускорением $a = \frac{F_k}{m} = \frac{q E}{m} = f \frac{u}{d}$

В конце пути $u = 0$, $\Rightarrow a t_1 = u_1 \Rightarrow t_1 = \frac{u_1}{a} = \frac{u_1}{f u} d = \frac{1,6 d}{u_1}$

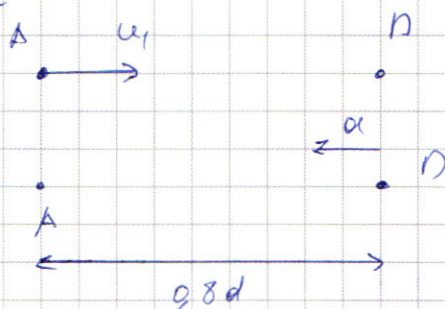
Отсюда по Т. П. движение с постоянным a

$$S = a \frac{t_1^2}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{2S}{a} ; S = 0,8 d \Rightarrow \frac{a}{2}$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{1,6 d}{u_1}$$

T - сумма t_1 и t_2

$$\Rightarrow T = \frac{3,2 d}{u_1}$$



$$3) \varphi_0 = 0$$

$$\Rightarrow \text{по ЗСМ}$$

$$\frac{m u_1^2}{2} + q \varphi_A = \frac{m u_0^2}{2} + q \cdot 0 ; \quad \frac{m u_0^2}{2} = \frac{m u_1^2}{2} + q u$$

$$\Rightarrow u_0^2 = u_1^2 + \frac{q u_1^2}{1,6 u} = u_1^2 \frac{1,6}{1,6} \Rightarrow u_0 = u_1 \sqrt{\frac{1,6}{1,6}}$$

Ответ: 1) $f = \frac{u_1^2}{1,6 u}$

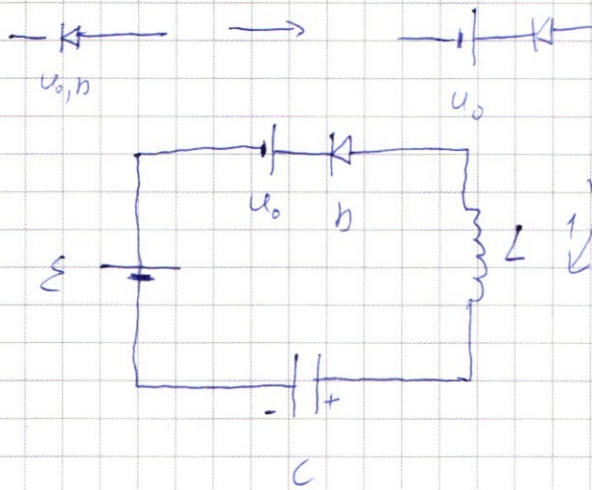
2) $T = \frac{3,2 d}{u_1}$

3) $u_0 = u_1 \sqrt{\frac{1,6}{1,6}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 4

Диод с пороговым напряжением можно заменить на идеальность и источник ЭДС



1) Найдем контур, по правилам Кирхгофа:

$$\frac{q}{C} + L \dot{I}' - (\varepsilon + U_0) = 0 \quad \varepsilon + U_0 = \varepsilon' = 7 \text{ В}$$

где I' — производная тока

$$I' = \dot{q}'$$

$$L \dot{I}'(0) = \varepsilon' - \frac{U_0}{C}$$

$$\Rightarrow \dot{I}' = \frac{\varepsilon' - U_0}{L} = \frac{7 - 5}{0.4} = 5 \text{ А/с}$$

$$2) L \ddot{q}'' + \frac{q}{C} - \varepsilon' = 0$$

$$\ddot{q}'' + \frac{q}{LC} - \frac{\varepsilon'}{L} = 0 \quad \text{Введем замену}$$

$$\frac{x}{LC} = \frac{1}{LC} (q - \varepsilon' C) \quad \ddot{x} = \ddot{q}''$$

$$z' + \frac{z}{LC} = 0$$

Это ур-ие гармонич. колебаний с частотой

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$\Rightarrow z = A \cos \omega t + B \sin \omega t$$

$$q = z + \varepsilon' C$$

$$j = A \omega \sin \omega t + B \omega \cos \omega t$$

Так в катушке не возрастает ток, $\Rightarrow j(0) = 0$

$$\Rightarrow 0 = B \omega \cdot 1 \Rightarrow B = 0 \quad \Rightarrow j = \varepsilon' C + A \cos \omega t$$

$$\text{Тогда } q = \varepsilon' C + A \cdot 1 \quad q(0) = U_1 C$$

$$\Rightarrow A = (U_1 - \varepsilon') C$$

Так будет возрастать до тех пор, пока напряжение на конденсаторе не станет равным напря. на индуктивности

$$\Rightarrow q(z) = \varepsilon' C = A \cos \omega z + \varepsilon' C$$

$$\Rightarrow \cos \omega z = 0 \Rightarrow \omega z = \frac{\sqrt{L}}{2}$$

$$\text{Тогда } j = A \omega \sin \frac{\sqrt{L}}{2} = A \omega = (U_1 - \varepsilon') C \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} = (U_1 - \varepsilon') \sqrt{\frac{C}{L}} =$$

$$= 2 \cdot \sqrt{\frac{10^{-5}}{0,4}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{10^{-7}}{4}} = \frac{2}{2} \cdot 10^{-2} = 0,01 \text{ A}$$

3) В уст. рел. $j = 0$, $\Rightarrow \omega t = 0$ либо $\frac{\pi}{2}$ (т.к. между собой знаки ε и j = 0)

$$\text{Тогда } j_{\text{уст.}} = A \cos \omega t + \varepsilon' C = \varepsilon' C - (U_0 - \varepsilon') C = C(2\varepsilon' - U_0) =$$

$$= \frac{10^{-5} \cdot (14 - 9)}{1} = 5 \cdot 10^{-5}$$

$$\Rightarrow U_2 = \frac{q_{\text{уст.}}}{C} = \frac{2\varepsilon' - U_0}{1} = 5 \text{ В}$$

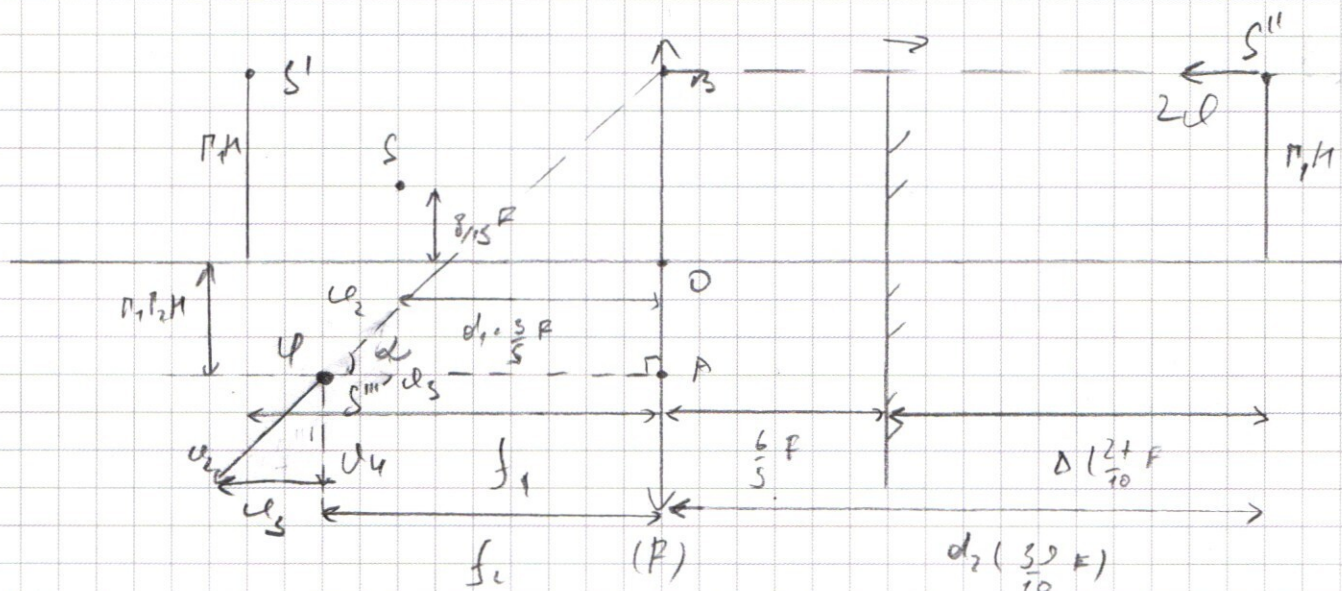
ответ: 1) ~~5 A/C~~ 5 A/C

2) ~~0,01 A~~ 0,01 A

3) 5 В

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 5



f_1 , S действ., $d_1 < 0 \Rightarrow$ Изобр. — мнимое, увелич. прямое.

$$\frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{f_1} = \frac{5}{3F} - \frac{1}{3F} = \frac{2}{3F}$$

$$f_1 = \frac{3}{2} F \quad \Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{5}{2}$$

Изобр. в зеркале симметрич. $\Rightarrow A = \frac{6}{5} F + f_1 = \frac{7}{2} F$

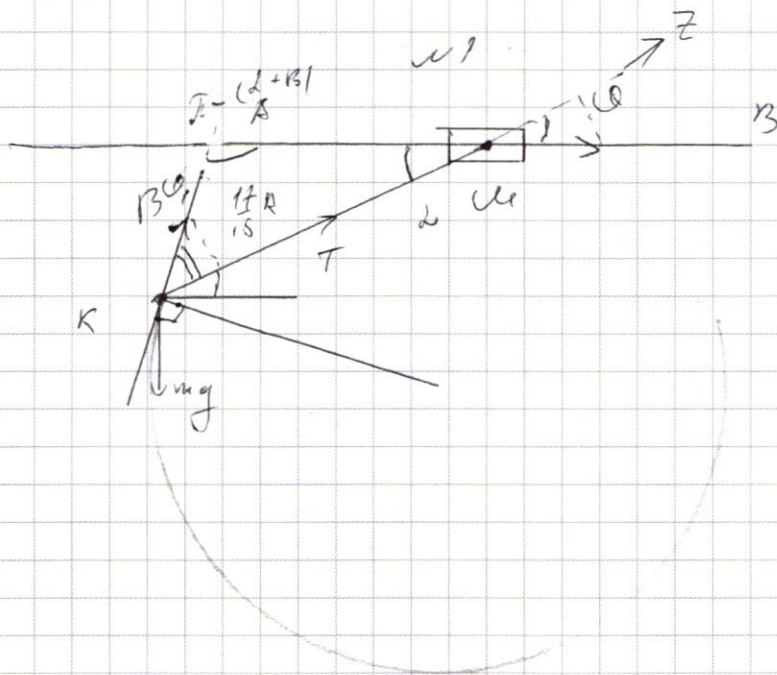
$$d_2 = A + \frac{6}{5} F = 3,2 F$$

$d_2 > 0 \Rightarrow L$ действ., элемент. проверит.

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} - \frac{10}{3,2F} = \frac{20}{3,2F} \quad \Rightarrow f_2 = \frac{3,2F}{20} ; \quad \Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{10}{29} \approx \frac{1}{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



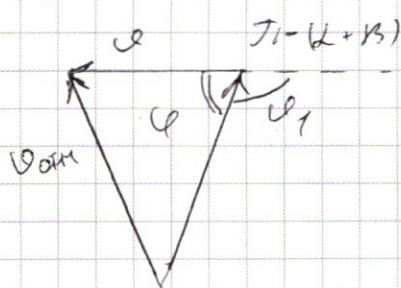
1) Т. к. $v = \text{const}$ $v \cos \alpha = v_1 \cos \beta$

$$v \cdot \frac{4}{5} = v_1 \cdot \frac{3}{4}$$

$$v_1 = v \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{4}{3} = \frac{17}{10} = 1,7$$

$$4 + 2 = 3,4$$

$$\left[v_1 = \frac{17}{10} \cdot \frac{4}{5} \cdot v = \frac{14}{10} \cdot v = 2 \cdot 1,7 = 3,4 \right]$$



$$\left[v = v_0 = v_0 + 2 + 13 = [2 + 13] \right]$$

$$\left[\sin \beta = \frac{\sqrt{28^2 - 14^2}}{28} = \frac{15}{17} \right]$$

$$v_{0\text{max}}^2 = v^2 + v_1^2 = 2 v v_1 \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$\left[\sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2} = \sqrt{\frac{25 - 9}{25}} = \frac{4}{5} \right]$$

$$6P_2 = 136$$

$$26 \times 4 = 104$$

$$26 \times 42 = 280 + 24 = 304$$

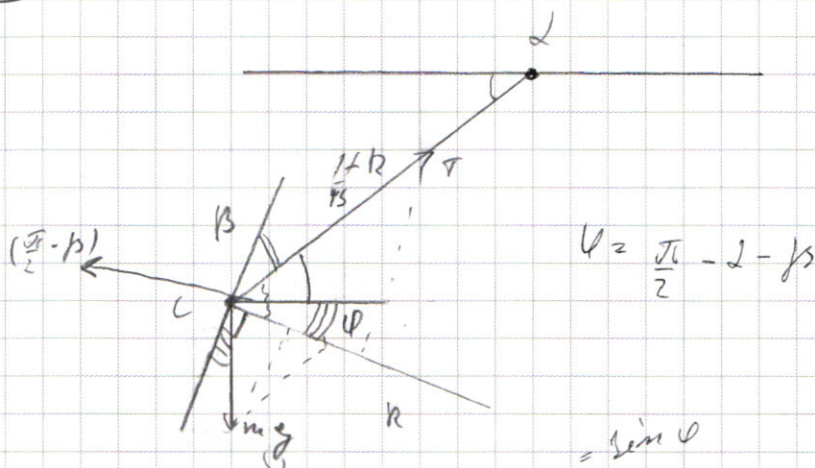
$$16 \times 2 = 32$$

$1 + 7 + 6$

$$50 + 35 + 3 = 88$$

$$\sqrt{1 \times 16} = \boxed{4 \sqrt{1}}$$

929,8



$$\begin{aligned} \text{Sei } \frac{\sqrt{6}}{2} - (\alpha + \beta) &= \\ &= \cos(\alpha + \beta) \end{aligned}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{32 - 45}{5 \cdot 17} = -\frac{13}{5 \cdot 17}$$

$$T_{\text{rings}} = m \left(\frac{v^2}{R} - g \right) \left(-\frac{13}{5} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\xi Q = P_1 V_1 \left(\frac{3}{2} x^2 - \frac{3}{2} x + \frac{5}{2} x - \frac{5}{2} \right) =$$

$$\left[\frac{3}{2} x^2 + x - \frac{5}{2} \right]$$

$$\Rightarrow h = 4 - \frac{P_1 V_1 \left(\frac{3}{2} x^2 + x - \frac{5}{2} \right)}{2 P_1 V_1 (x^2 - 1)}$$

$$\frac{dh}{dx} = 0 \Rightarrow \left(\frac{3}{2} x^2 + x - \frac{5}{2} \right)' (x^2 - 1) - (x^2 - 1)' \left(\frac{3}{2} x^2 + x - \frac{5}{2} \right) = 0$$

$$\left(\frac{3}{2} \cdot 2x + 1 \right) (x^2 - 1) - 2x \left(\frac{3}{2} x^2 + x - \frac{5}{2} \right)$$

$$(3x + 1)(x^2 - 1) = 3x^3 + x^2 - 3x - 1$$

$$2x \left(\frac{3}{2} x^2 + x - \frac{5}{2} \right) = 3x^3 + 2x^2 - 5x = 0$$

$$3x^3 + x^2 - 3x - 1 - 3x^3 - 2x^2 + 5x = 0$$

$$-x^2 - 8x - 1 = 0 \quad x^2 + 8x + 1 = 0$$

$$b^2 = 64 - 4 = 60$$

$$\sqrt{60} = \sqrt{60}$$

$$3x^3 + x^2 - 3x - 1 - 8x^3 - 2x^2 + 5x = 0$$

$$-x^2 + 2x - 1 = 0$$

$$x^2 - 2x + 1 = 0$$

$$b = 4 - 4 = 0$$

$$x = \frac{2 \pm 0}{2} = 1$$

$$h_{12} = \frac{2(p_1 v_1 (2^2 - 1) - \frac{3}{2} 2^2 - 2 + \frac{5}{2})}{2(2^2 - 1) p_1 v_1}$$

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

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

~~$$h' = (2x - 2)(x^2 - 1) - 2x$$~~

$$h' = (x^2 - 2x + 1)'(x^2 - 1) - (x^2 - 1)'(x^2 - 2x + 1) = 0$$

$$(2x - 2)(x^2 - 1) - 2x(x^2 - 2x + 1)$$

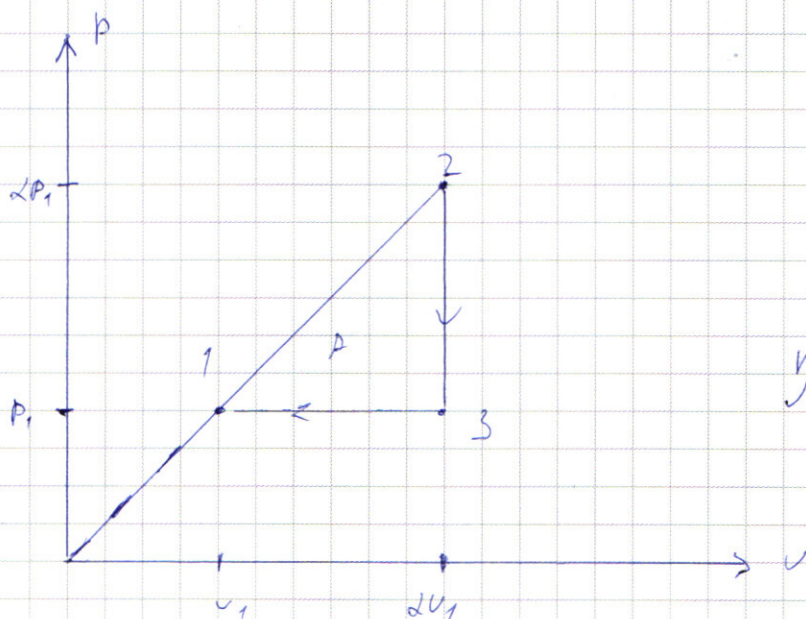
~~$$2x^3 - 2x - 2x^2 + 2 - 2x^3 + 4x^2 - 2x = 0$$~~

$$4x^2 - 2x - 4x + 2 = 0$$

~~$$4x^2 - 2x - 4x + 2 = 0$$~~

$$h = 16 - 16 = 0$$

$$x = 4$$



$$Q_{12} = 2(p_1 v_1 (2^2 - 1))$$

$$h = \frac{A}{Q^+}$$

$$Q_{12} = \frac{1}{2} (2^2 - 1) p_1 v_1$$

$$A_{31} = p_1 v_1 (2 - 1)$$

$$h = \frac{\frac{1}{2} (2^2 - 1) p_1 v_1 - p_1 v_1 (2 - 1)}{2 (2^2 - 1) p_1 v_1}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{x^2 - 1 - 2(x-1)}{4(x^2 - 1)} = \frac{x^2 - 2x + 1}{4(x^2 - 1)} \quad \frac{2x-2}{8x}$$

$\sqrt{2}$

2/

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

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

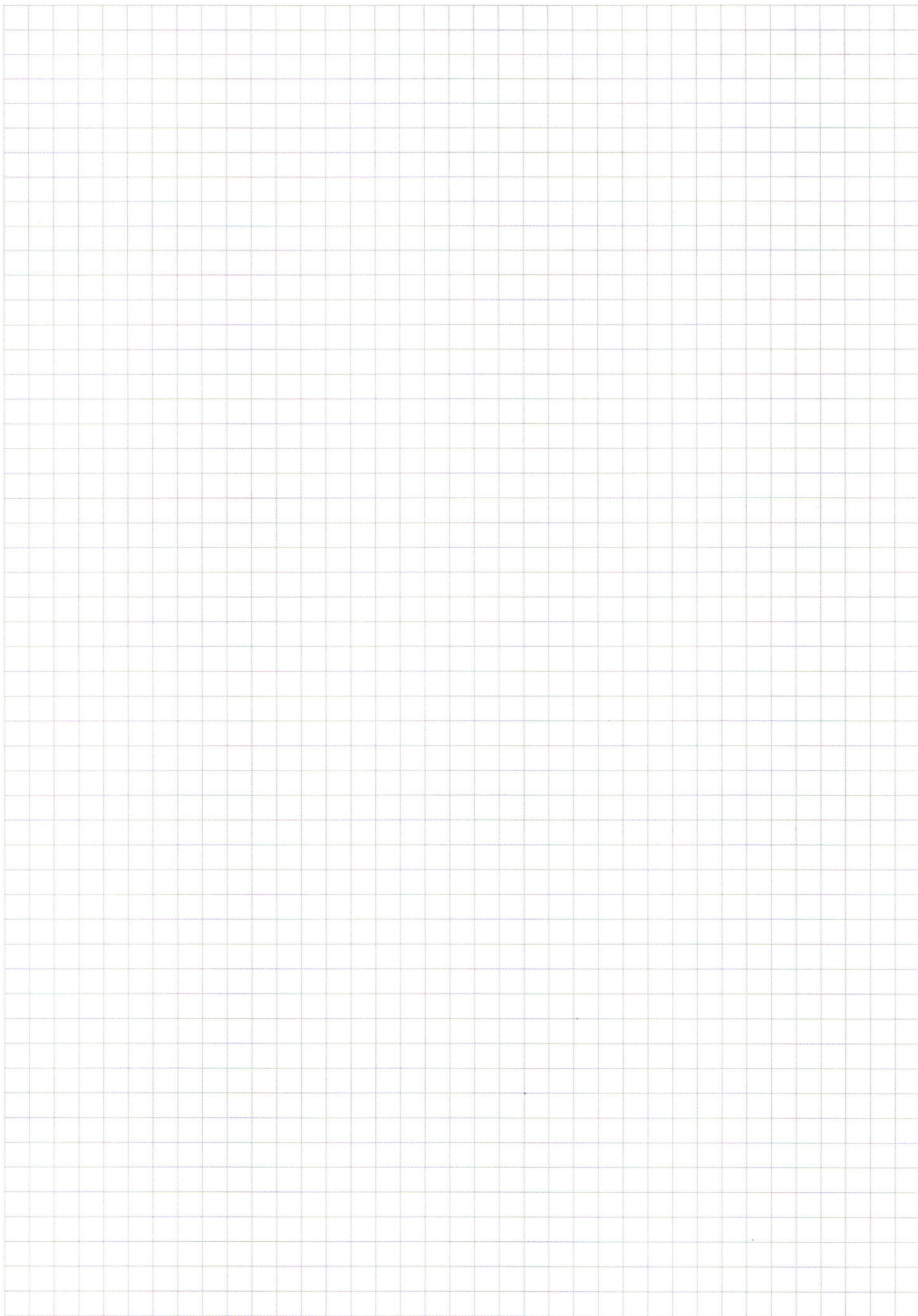
$$\eta = 1 - \frac{2}{4} = \frac{1}{x+1} \quad x \geq 1$$

$$\eta_{\min} = 1 - \frac{2}{4 \cdot 2} = 75\%$$

$$\eta_{\max} = 1 - \frac{2}{4(x+1)} = 100\%$$

$$A = \frac{1}{2} (L^2 - 1) - p_1 \sqrt{L^2 - 1} =$$

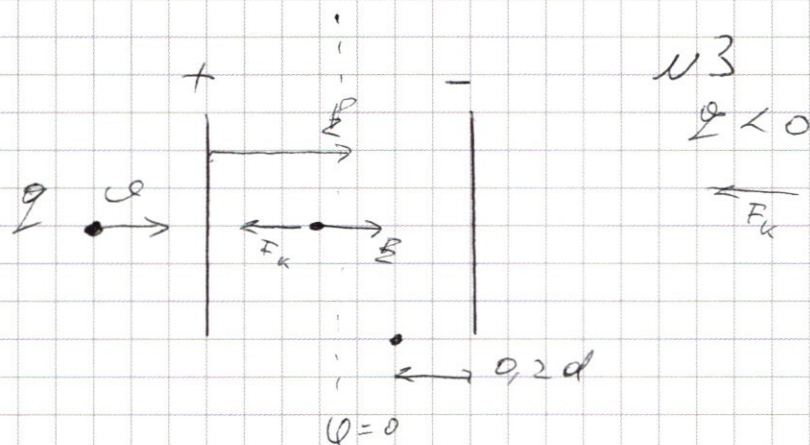
$$Q^+ = 2(L^2 - 1)$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

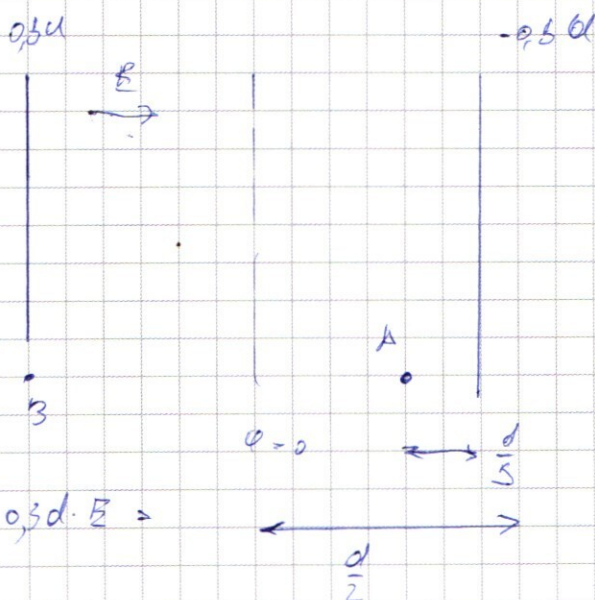
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{T \cdot 15}{17} = 0,41 \frac{11,56}{19} + \frac{2,8 \cdot 13}{5 \cdot 17}$$

$$T = \frac{17}{15} + 0,4 \left(\frac{120}{20} + \frac{123}{100} \right)$$

$$T = 0,4 \left(\frac{1156 \cdot 13}{1,9} + \frac{0,8 \cdot 13}{5-13} \right)$$



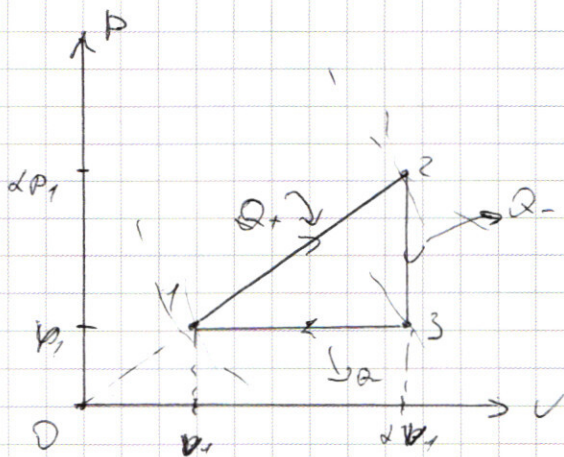
$$\Delta C = d \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{5} \right) = \frac{3-2}{10} = 0,3d$$

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

$$\varphi_{\infty} - \varphi_p = 0,3d \cdot E = 0,34$$

2) $\varphi_A - 934$

u2



$\gamma = 3$

$$C_v = \frac{5}{2} R = \frac{3}{2} R \quad \Rightarrow \quad \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$$

$$C_p = \left(\frac{5}{2} + 1\right) R = \frac{7}{2} R$$

$$\frac{\Delta u_{12}}{A_{12}} = ?$$

$$\Delta u_{12} = \frac{1}{2} (2^2 p_1 v_1 - p_1 v_1) = \frac{3}{2} p_1 v_1 (2^2 - 1)$$

$$A_{12} = \left(\frac{p_1 + 2p_1}{2} \right) (2v_1 - v_1) = \frac{(2^2 - 1)}{2} p_1 v_1$$

$$\left[\frac{\Delta u}{A} = \frac{3}{2} \frac{p_1 v_1 (2^2 - 1)}{(2^2 - 1) p_1 v_1} \cdot 2 = 3 \right]$$

$$\eta = \frac{Q_{12} - |Q_{23}| - |Q_{31}|}{Q_{12}}$$

$$Q_{12} = \Delta u_{12} + A_{12} = 4A_{12} = \left[2(2^2 - 1) p_1 v_1 \right]$$

$$|Q_{23}| = C_v (2^2 p_1 v_1 - 2 p_1 v_1) = \frac{3}{2} p_1 v_1 (2^2 - 1)$$

$$Q_{31} = C_p (2 p_1 v_1 - p_1 v_1) = \frac{5}{2} p_1 v_1 (2 - 1)$$

$$\sum Q = p_1 v_1 \left(\frac{3}{2} 2^2 - \frac{3}{2} 2 + \frac{5}{2} 2 - \frac{5}{2} \right) =$$

$$\sum Q = p_1 v_1 \left[\frac{3}{2} (2^2 - 2) + \frac{5}{2} (2 - 1) \right] =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$H = \frac{8}{15} R$$

$$P_1 H = \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3} R$$

$$P_1 P_2 H = \frac{4}{3} \cdot \frac{10}{20} = \frac{40}{37} R$$

$$\tan \varphi = \frac{H_2}{R}$$

$$R = 3,9 R + \frac{30}{20} R = \frac{3,9 \cdot 20 + 30}{20} R$$

$$\tan \varphi = \frac{H_2}{R} = \frac{\frac{4}{3} R + \frac{4}{3} \cdot \frac{10}{20}}{\frac{3,9 \cdot 20 + 30}{20}} = \frac{4}{3} \cdot \frac{20 + 10}{3,9 \cdot 20 + 30} = \frac{30 \cdot 4}{20 \cdot 3}$$

$$\left[\tan \varphi = \frac{30 \cdot 4}{20 \cdot 3} \cdot \frac{20}{R(3,9 \cdot 20 + 30)} = \frac{1}{3} \cdot \frac{30}{3,9(1 + 0,20)} = \frac{4}{3 \cdot 1,20} = \frac{4}{3,87} \right]$$

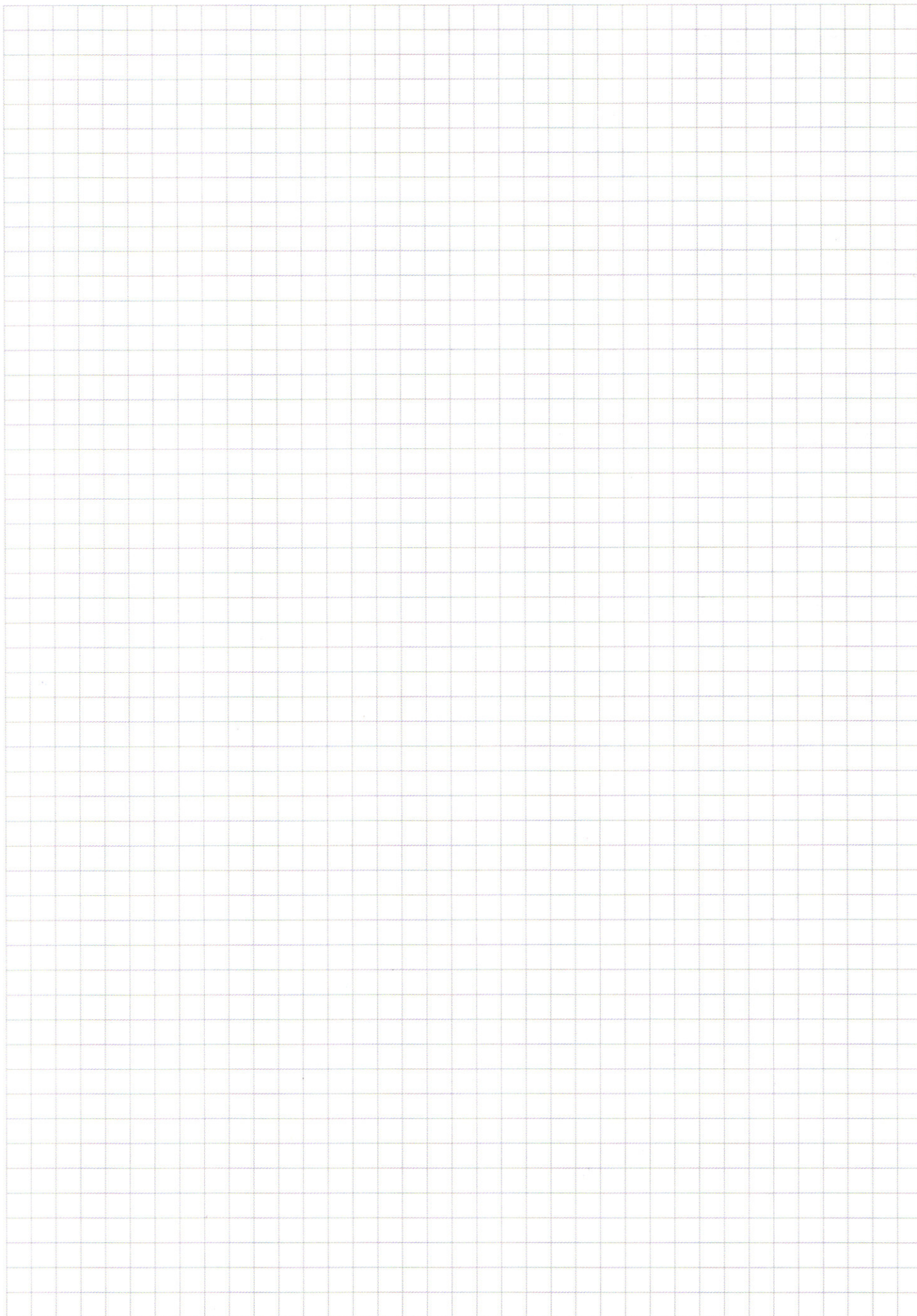
$$U_2 \cos \varphi = \frac{P_2}{\cos \varphi} \quad P_2 > P_1^2$$

$$\tan^2 \varphi = \frac{\sin^2 \varphi}{\cos^2 \varphi} = \frac{1 - \cos^2 \varphi}{\cos^2 \varphi}$$

$$\tan^2 \varphi \cos^2 \varphi = \frac{1}{\tan^2 \varphi} - \cos^2 \varphi$$

$$\cos^2 \varphi (1 + \tan^2 \varphi) = 1 \quad \cos^2 \varphi = \frac{3,87^2}{3,87^2 + 4^2}$$

$$U_2 = \frac{U \cdot P_2^2}{\cos \varphi} = \frac{U \cdot 10^2}{20^2 \cdot 3,87} = \frac{100}{400 \cdot 3,87} = \frac{1}{3,87}$$

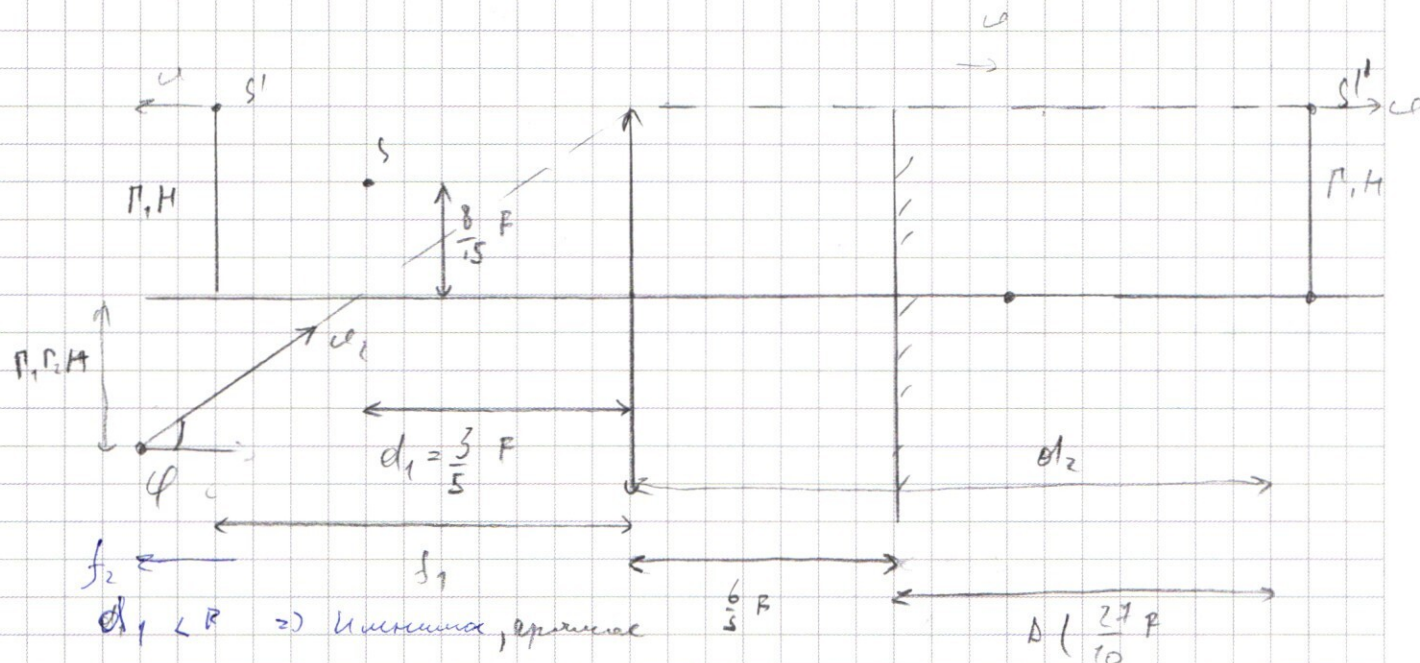


☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5



$$2) \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{f_1} = \frac{1 \cdot 5}{3F} = \frac{5}{3F} = \frac{2}{3F}$$

$$\left[f_1 = \frac{3}{2} F \right]$$

$$\frac{3}{2} > \frac{6}{5} \quad \left[\Gamma_1 = \frac{\frac{3}{2} F}{\frac{3F}{5}} = \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 3} = 2,5 \right]$$

$$\frac{6}{5} + \frac{3}{2} = \frac{12 + 15}{10} = 2,7 F$$

$$d_2 = \Delta + \frac{6}{5} F = \frac{27}{10} + \frac{12}{10} = 3,9 F$$

$$d_2 > F \Rightarrow \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \quad \text{и действ. перев.}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} - \frac{10}{39F} = \frac{29}{39F} \quad \left[f_2 = \frac{39}{29} F \right] \quad \left[\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{39}{29} \cdot \frac{10}{39} = \frac{10}{29} \right]$$

$$\left[\Gamma_2 = \frac{10}{29} \right]$$

$$u = \frac{10^2}{2 \cdot 9^2} \cdot \frac{4}{3,84} \left(\left(\frac{1}{3 \cdot 1,25} \right)^2 + 1 \right)$$

$$\frac{10^2}{2 \cdot 9^2} \cdot \frac{4}{3,84} \sqrt{\frac{1 + 3,84^2}{(3,84)^2}} \approx 16$$

$$39^2 - (40-1)^2 = 1600 + 1 - 80 = 1521$$

$$(30-1)^2 = 900 + 1 - 60 = 841$$

$$\frac{10^2}{2 \cdot 9^2} \cdot \frac{16}{(3,84)^2} =$$

$$\left[\frac{1600}{126,5} \right] = 12,65$$

$$\frac{16}{15} = \frac{1}{15} + 1$$

$$15 \cdot 841 = 420,5 + 841 = 1261,5$$

$$\lg u = \frac{H_z}{f_z} = \frac{39,4 \text{ Р}}{80,3 \cdot 39,4 \text{ Р}} = \frac{39}{80,3 \cdot 39} = \frac{4}{3} \text{ Р}$$

$$\lg^2 u = \frac{1 - \cos^2 u}{\cos^2 u}$$

$$\cos^2 u (\lg^2 u + 1) = 1 \quad \cos u = \frac{1}{1 + \frac{16}{9}} = \frac{9}{25} = \frac{3}{5}$$

8

$$\left(\frac{10}{9} \right)^2$$

$$6 \cdot 9,4 + 9,4 = 1 \cdot 9,4 = 9,4 \text{ Н}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

$$v_0 = 0,5 \text{ м}$$

$$W_0 = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{q\varphi}{2} = -0,3 \text{ эВ}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = -4 \text{ эВ} \left(\frac{3}{10} + \frac{5}{10} \right) = -\frac{8}{10} \text{ эВ}$$

$$\frac{m}{2} = \frac{1,6 \text{ эВ}}{v_1^2}$$

$$mv_1^2 = -1,6 \text{ эВ}$$

$$\left[\frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{1,6 \text{ эВ}} \right] = f = \frac{v_1^2}{1,6 \text{ эВ}}$$

$$a = fE$$

$$F_k = Eq \quad a = \frac{Eq}{m} = fE$$

$$\Delta P = F \Delta t$$

$$mv_1 = Eq \Delta t_1$$

$$S_1 = 0,8 \text{ дм}$$

$$v_1 = fEt_1$$

$$0,8 \text{ дм} = \frac{at_1^2}{2} \Rightarrow t_1^2 = \frac{1,6 \text{ дм}}{a}$$

$$t_1^2 = \frac{1,6 \text{ дм}^2}{fEd} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{1,6 \text{ дм}^2}{fEd}}$$

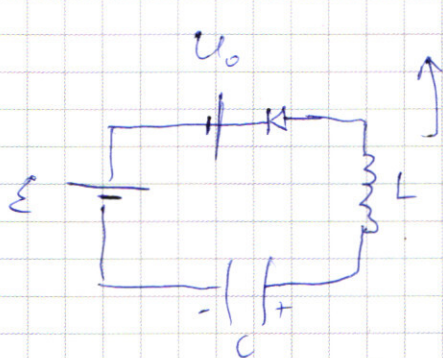
$$\left[t_1 = \frac{m}{q} \frac{v_1}{E} = \frac{1,6 \text{ эВ}}{a} \cdot \frac{1,6 \text{ эВ}}{v_1} = \frac{1,6 \text{ дм}}{v_1} \right]$$

$$t_1^2 = \frac{1,6 \text{ дм}^2}{a \cdot v_1^2} \cdot 1,6 \text{ эВ} \Rightarrow t_2 = \frac{1,6 \text{ дм}}{v_1} \Rightarrow T = t_1 + t_2 = \frac{3,2 \text{ дм}}{v_1}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{1}{2} q\varphi = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0^2 = v_1^2 + \frac{q}{m} \cdot \frac{q\varphi}{2} =$$

$$\Rightarrow v_0^2 = v_1^2 + v_1^2 \cdot \frac{1,6}{1,6} = v_1^2 (1,6 + 1) \Rightarrow v_0 = v_1 \sqrt{\frac{2,6}{1,6}}$$



$$U_2 - U_0 - \mathcal{E} = L q' \Rightarrow L q' = 9 - 6 - 1 = 2$$

$$\left[q' = \frac{2}{0.4} = \frac{2}{2 \cdot 10^{-2}} = 5 \text{ A/C} \right]$$

$$U_C + L q' = (\mathcal{E} + U_0) = \mathcal{E}'$$

$$\frac{q}{C} + L q'' - \mathcal{E}' = 0$$

$$\mathcal{E}' = 13$$

$$q'' + \frac{q}{LC} - \frac{\mathcal{E}'}{L} = \frac{1}{LC} (q - \mathcal{E}'C) = \frac{2}{LC}$$

$$q = A \cos \omega t + u_0 \sin \omega t$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$\Rightarrow q = \mathcal{E}'C + A \cos \omega t + u_0 \dots$$

$$q(0) = 0 \Rightarrow B = 0$$

$$= 2C =$$

$$\left[q(0) = U_1 C \Rightarrow A + \mathcal{E}'C = U_1 C \Rightarrow A = (U_1 - \mathcal{E}')C \right]$$

$$L(q) = 7C \quad \cos \omega t = \frac{7}{9}$$

$$\sin \omega t = \frac{51-40}{51} = \sqrt{\frac{32}{51}}$$

$$q = -A \omega \sin \omega t = \frac{\sqrt{32}}{9} \cdot 2C \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2}{9} \sqrt{32} \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}}{0.4}} =$$

$$= \frac{2}{9} \cdot \sqrt{\frac{32 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10}} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{8}}{9}$$

$$q = 0 \Rightarrow \omega t = \sqrt{0}$$

$$\left[q = -A + \mathcal{E}'C = -U_1 C + \mathcal{E}'C + \mathcal{E}'C = (2\mathcal{E}' - U_1)C = (14 - 9)C = 5C \right]$$



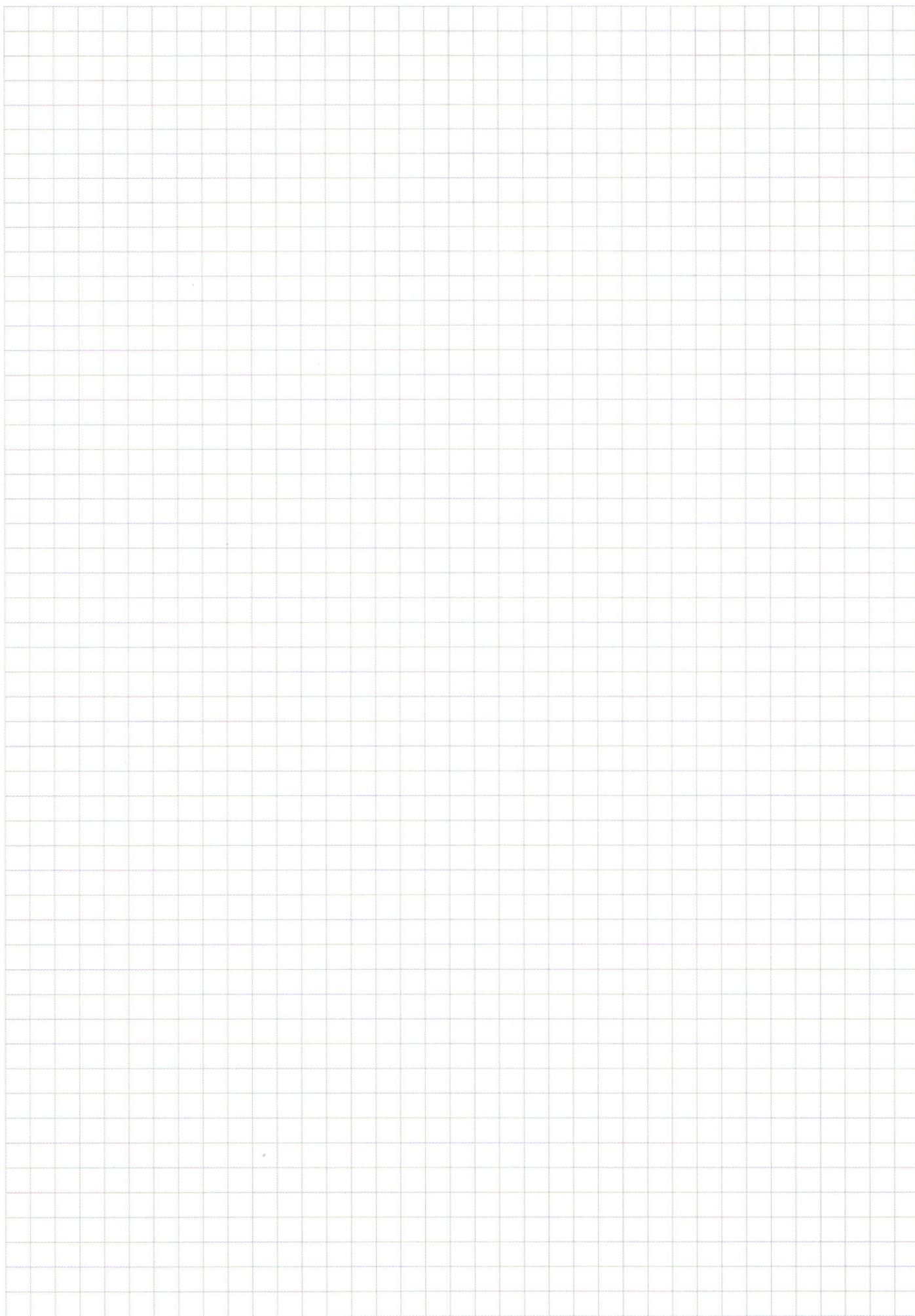
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)