

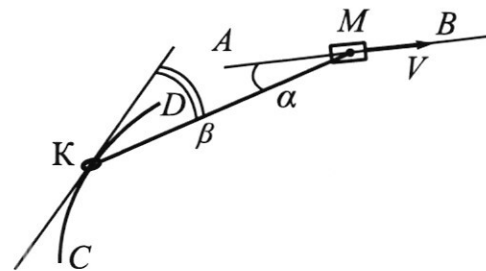
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-02

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



1) Найти скорость кольца в этот момент.

2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.

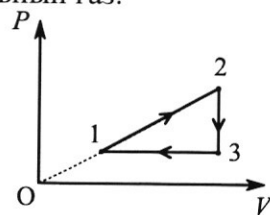
3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.

2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной

обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.

2) Найдите напряжение U на конденсаторе.

3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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

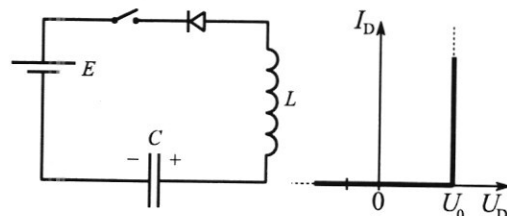
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.

2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.

3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

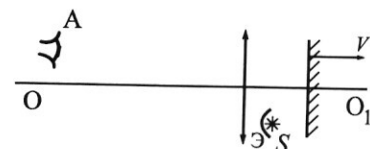


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель 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

ИЧ.

дано:

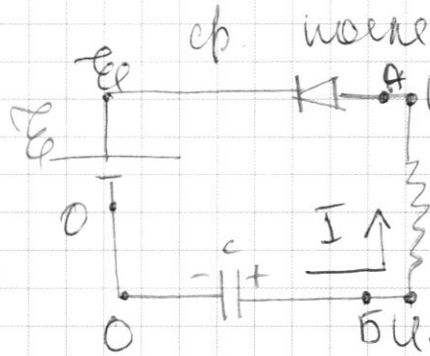
$$\mathcal{E}_e = 3\text{В}$$

$$C = 20 \cdot 10^{-6}\text{Ф}$$

$$U_1 = 6\text{В}$$

$$L = 0,2\text{Гн}$$

$$U_0 = 1\text{В}$$



метод потенциалов

$$U_C = U_1 - U_2 \text{ тк на поид.}$$

напр. электр. не
изменяется

$I_L = 0$ - тк ток с. тока на катушке скан.

напр не изм.

$$U_D = U_1 - \mathcal{E}_e = 6\text{В} - 3\text{В} = 3\text{В} - \text{больше чем } U_0$$

$\Rightarrow$ диод открыт

$$1) \frac{dI}{dt} = ?$$

$$2) I_m = ?$$

$$3) U_2 = ?$$

$$\int \varphi_B - \varphi_A = -U_1 + \mathcal{E}_e$$

$$\int \varphi_B - \varphi_A = L \frac{dI}{dt}$$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_e - U_1 = L \frac{dI}{dt} \quad \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}_e - U_1}{L} = \frac{-3\text{В}}{0,2\text{Гн}} = -15\text{А/с.}$$

$\frac{dI}{dt} < 0 \Rightarrow$ ток уменьшается, $\Rightarrow$ ток будет макс. значение в нач. момент. $W_C = \frac{CU_1^2}{2}$ - эл. поид. в начале

$$W_{L,} = \frac{LI_m^2}{2} - \text{эл. катушки в нач.}$$

в сэт б. напряжение на диоде $U_D \leq U_0$ (он закрыт); $I_L = 0$

N3. Dano:

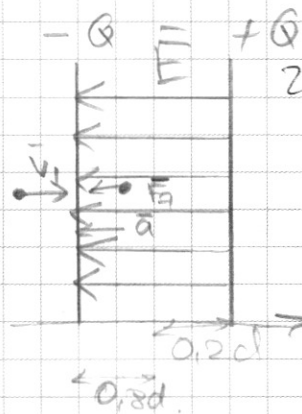
$$v_1, \text{ @ } d,$$

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

1) $T = ?$

2) $U = ?$

3) $v_0 = ?$



б. проуб. момент:

234: $ma = Eq \Rightarrow a = \text{const}$

движение по полю

тк $q > 0 \quad E \uparrow \uparrow F_{эл} \Rightarrow$

частица вылетела со скоростью

на отр. обкладки

$$\begin{cases} 0.8d = v_1 T - \frac{aT^2}{2} \\ 0 = v_1 - aT \end{cases}$$

$$\begin{cases} a = \frac{v_1}{T} \\ 0.8d = v_1 T - \frac{v_1 T}{2} \end{cases}$$

$$0.8d = \frac{v_1 T}{2} \quad T = \frac{1.6d}{v_1} \Rightarrow a = \frac{v_1^2}{1.6d}$$

234: $\alpha: ma = Eq \quad E = \frac{ma}{q} = \frac{mv_1^2}{1.6dq} = \frac{v_1^2}{1.6\gamma d}$

$$U = Ed = \frac{v_1^2}{1.6\gamma}$$

потенциал на белк-ту равен 0

потенциал в т. остановки $\varphi = Eqd$

$\Rightarrow$ энергия частицы $\varphi = Eqd$

307: $\frac{mv_0^2}{2} = Eqd$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2Eqd}{m}} = \sqrt{2E\gamma d}$$

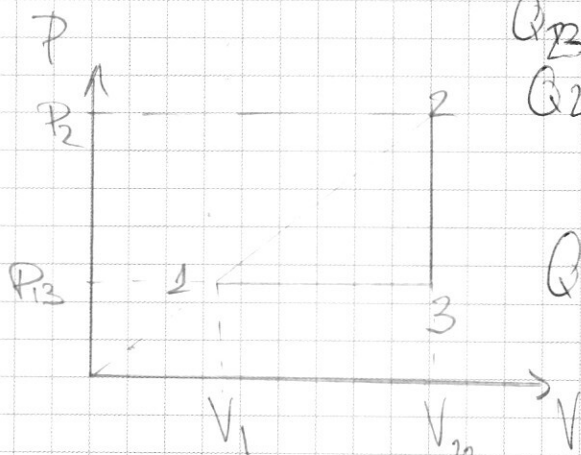
Отв: 1) $\frac{1.6d}{v_1}$ 2) $\frac{v_1^2}{1.6\gamma}$ 3) $\sqrt{2E\gamma d}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

по т. косинусов: $V_{\text{отн}}^2 = V_K^2 + V^2 - 2VV_K \cos(2+\beta) =$
 $= (51^2 + 40^2) \cdot 10^4 - 51 \cdot 40 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot \frac{36}{17} =$
 $= 38641 \cdot 10^4 \text{ м/с} = \underline{3,8641 \text{ м/с.}}$

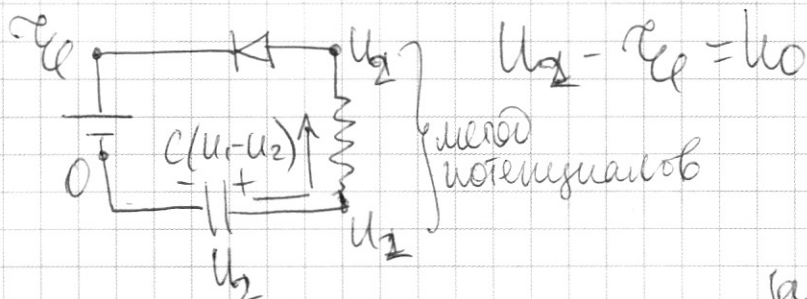
~~2.3.4. Для цикла Карно, работающего между двумя источниками тепла, температура которых $T_1 = 400 \text{ К}$ и $T_2 = 300 \text{ К}$, найти коэффициент полезного действия цикла.~~

- №8.
 $\bar{I} = 3$
 1) $C_{23} = ?$
 C_{13}
 2) $Q_{12} = ?$
 A_{12}
 3) $\eta = ?$



$Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{\bar{I}}{2} \nu R (T_1 - T_3) + P_3 (V_{13} - V_{23}) =$
 $= \frac{\bar{I} + 2}{2} \nu R (T_1 - T_3)$
 $Q_{13} = C_{13} \nu (T_3 - T_1)$
 $C_{13} = \frac{\bar{I} + 2}{2} = \frac{5}{2}$
 $\frac{C_{23}}{C_{13}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{5} = \frac{3}{5} = 0,6$

$P_3 = kU, \quad P_2 = kU_{23}$ тк изотермическое равновесие



$$W_{C2} = \frac{CU_2^2}{2}$$

$$W_{L2} = 0$$

закон сохранения энергии:

бат + CU_1
стан + CU_2

$U_2 < U_1$
 $\Rightarrow$ закон $C(U_1, U_2)$
умень.

Задание 307:

$$-C U_0 (U_1 - U_2) = \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} - \frac{LI_m^2}{2}$$

$$-2C U_0 (U_1 - U_2) = C(U_2^2 - U_1^2) - LI_m^2$$

$$I_m = \frac{2C U_0 (U_1 - U_2) + C(U_2^2 - U_1^2)}{L}$$

$$= \frac{2 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \cdot (2 \cdot 36 (6^2 - 4^2) + (16^2 - 36^2))}{0,2 \text{ Гн}} =$$

$$= 16 \cdot 10^{-2} \text{ А} \quad \text{Отв: 1) } 15 \text{ А/с 2) } 4 \text{ В 3) } 4 \cdot 10^{-2} \text{ А}$$

Нд. Дано:

$$V = 40 \cdot 10^2 \text{ м/с}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,7 \text{ м}$$

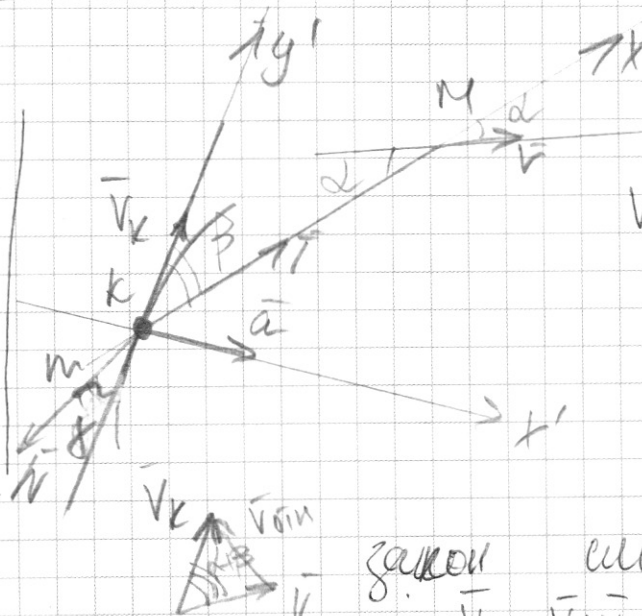
$$\cos \alpha = 3/5$$

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

$$1) V_k = ?$$

$$2) V_{om} = ?$$

$$3) F = ?$$



$$V_k \cos \beta = V \cos \alpha$$

$$V_k = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} =$$

$$= 40 \cdot 10^2 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} = 51 \cdot 10^2 \text{ м/с}$$

закон сохранения энергии

$$\vec{V}_k = \vec{V} + \vec{V}_{om}$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5} \quad \cos \beta = \frac{15}{17} \Rightarrow \cos(\alpha + \beta) =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$f = ?$

Угол α равен $\alpha = \frac{F - 2F}{3} = -\frac{5F}{3}$

$\frac{1}{F} = -\frac{1}{a} + \frac{1}{p}$

$f = \frac{dF}{dF} = \frac{5}{3} F^2 \cdot \frac{3}{2F} = \frac{5}{2} F$

$0 = V_{отн} + V$

$V_{отн} = -V$

$U_1 = V_{отн} = -V$

$U_1 = 2V$

$\Gamma = \frac{f}{a} = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{2}$

$U = \frac{(20+4)^2}{100} = \frac{24(20+4)^2}{100} = \frac{400+160+16}{100} = \frac{576}{100} = 5.76$

$(20+0)^2 = 400 + 240 + 136 = 676$

$(20+2)^2 = 400 + 320 + 64 = 784$

$(20+1)^2 = 400 + 200 + 49 = 649$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{5F^2}{3} \cdot \frac{3}{2F} = \frac{5}{2}F =$$

в л. 0 гермаха:

$$= 2,5F$$

$U_{отн} = -V$ - отн. ск. ~~в~~ S

$U_{1отн}$ - отн. ск. S'

$$\Gamma_{серк} = \frac{U_{1отн}^2}{U_{отн}^2} = 1 \quad U_{1отн} = U_{отн} = V$$

но сложим скорости,

$$U_1 = U_{отн} + V = 2V - \text{скорость}$$

S'

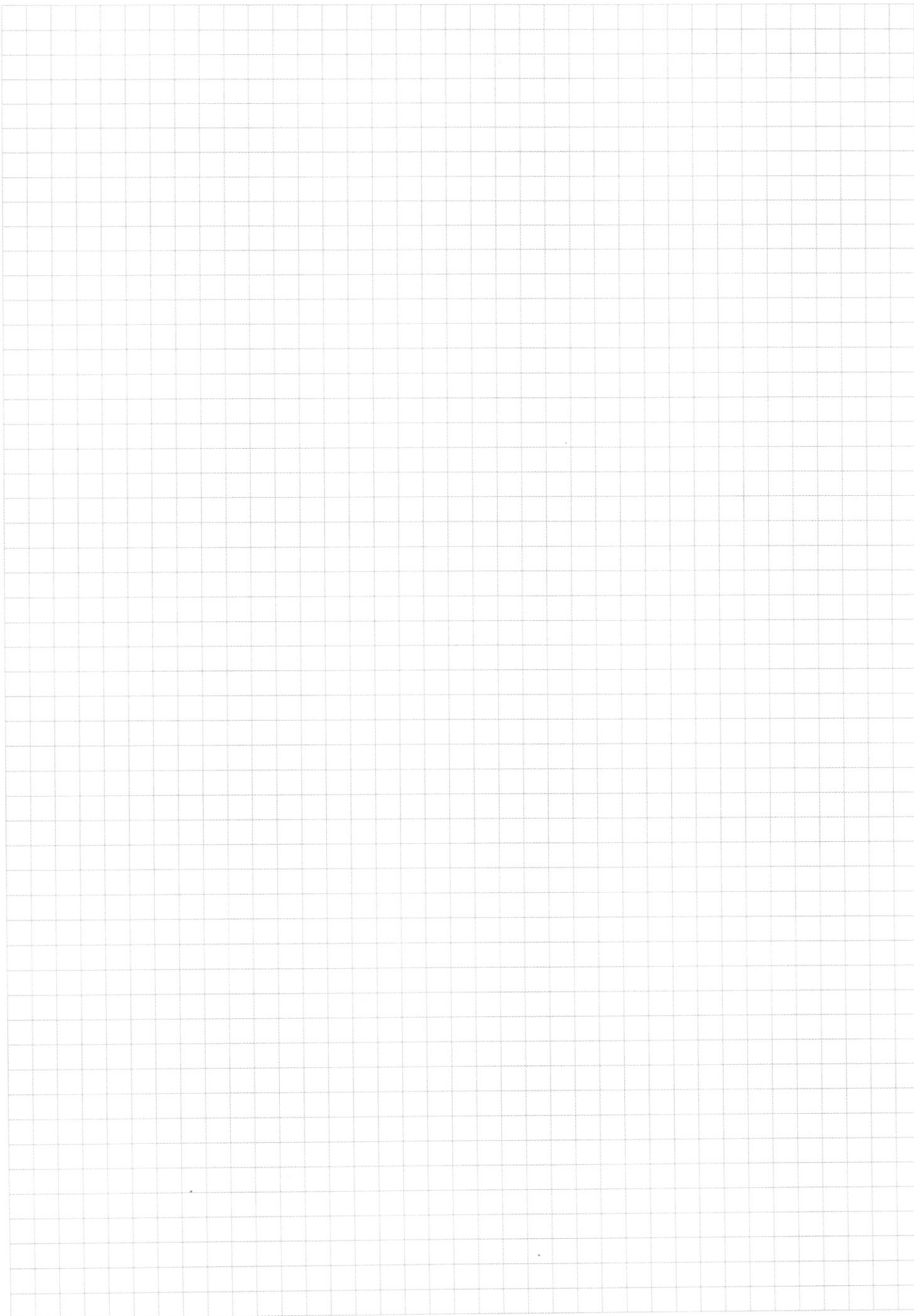
с. о.
минус
(и гермаха).

$$\Gamma_{линия} = \frac{f}{d} = \frac{5F}{2} \cdot \frac{3}{5F} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{U^2}{U_1^2} = \Gamma \quad U = \sqrt{U_1^2 \Gamma} = U_1 \sqrt{\Gamma} = V \sqrt{\frac{3}{2}} \approx$$

$$\approx 1,2V$$

ответ: 1) $2,5F$
2) $1,2V$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$MVR: 1 = \frac{17}{5} \cdot \frac{17}{5}$
 $\cos \alpha = \frac{3}{5}$
 $\cos \beta = \frac{4}{5}$
 $T = 17$
 $N = 17$
 $V_k = ?$
 $V_{totu} = ?$
 $T = ?$

$OK: V_{\cos \alpha} = V_k \cos \beta$
 $V_k = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} =$
 $= V \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} =$
 $= V \frac{51}{40}$

$\vec{V}_k = \vec{V}_{totu} + \vec{V}$
 $T \cdot \cos \alpha =$
 $V_{totu}^2 = V_k^2 + V^2 - 2V_k V \cos(\alpha + \beta)$
 225
 $8 \sin \alpha = \frac{25 - 9}{5} = \frac{4}{5}$
 $8 \sin \beta = \frac{289 - 64}{200} = \frac{15}{17}$
 $\cos(\alpha + \beta) = \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{36}{85}$
 $\frac{17}{5}$
 $\frac{50}{35}$
 $V_{totu}^2 = 5^2 + V^2 - 2 \cdot 5 \cdot V \cdot \frac{36}{85}$
 $\frac{3}{0.2}$
 $\frac{10}{2}$

eSoney: $\vec{N} \sin \gamma = T \sin \alpha$
 $\tan \gamma = \frac{T \sin \alpha}{T}$
 $N \cos \gamma = T$
 $N \sin \gamma = N \sin \gamma$
 $T \cos \alpha = N \cos \beta$
 $T \sin \alpha = N \sin \beta$
 $ma = T$
 $ma = T \cos \beta - N \sin \gamma$
 ma

$$\frac{mg}{\cos \beta} = \frac{T \cos \beta - ma}{mg}$$

$$g = \frac{mg}{T}$$

$$\frac{(mg)^2}{T \cos \beta} = T \cos \beta - ma$$

$$\frac{100}{8} \times$$

$$ma = \frac{v^2}{r} m$$

$$\frac{100 \cdot 10}{8} = \frac{16 \cdot 10^2}{1.7} = \frac{16}{1.7} \cdot 10 = 10$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{1}{2} \gamma R (T_3 - T_2) = \frac{1}{2} \gamma R (T_3 - T_2)$$

$$Q_{23} = C_V (T_3 - T_2)$$

$$\frac{1}{2} \gamma R (T_3 - T_2) = \frac{1}{2} \gamma R (T_3 - T_2)$$

$$C_{V3} = \frac{1}{2} \gamma R$$

$$Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{1}{2} \gamma R (T_1 - T_3) + P_3 (V_1 - V_{23})$$

$$V_{23} = \frac{1 + 2 \gamma R (T_3 - T_2)}{2}$$

$$Q_{13} = \frac{1}{2} \gamma R (T_1 - T_3) + P_3 (V_1 - V_{23})$$

$$P_2 V_{23} - P_2 V_1 = P_3 V_{23} + P_3 V_1$$

$$\frac{C_{23}}{C_{13}} = \frac{\frac{1}{2} \gamma R}{\frac{1}{2} \gamma R} = \frac{3}{5}$$

$$S = \frac{(P_2 - P_3) (V_{23} - V_1)}{2} = \frac{T_2 - 2T_3 + T_1}{2}$$

$$Q_{12} =$$

$$2(T_2 - T_1)$$

$$T_2 - 2T_1$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 2(P_2 V_{23} - P_3 V_1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{q}{m} = -g$
 $d = 0.2d$
 $T = ?$
 $u = ?$
 $v_0 = ?$

$0.8d = v_1 t - \frac{at^2}{2}$
 $0 = v_1 - at$
 $a = \frac{v_1}{t}$
 $0.8d = \frac{v_1^2}{2a}$
 $a = \frac{v_1^2}{2 \cdot 0.8d}$
 $u = Ed = \frac{v_1^2}{2}$
 $u_1 - u_2 = E \cdot 0.8d$
 $u_2 = Eqd$

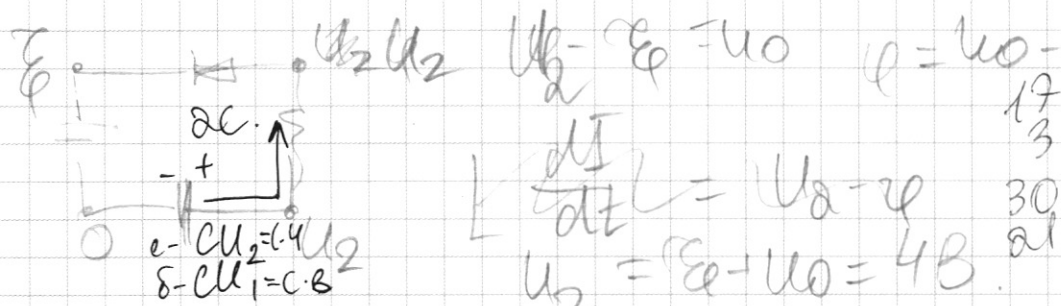
$Eq = 3B$
 $L = 0.2TH$
 $u_0 = 1B$

$\frac{dI}{dt}$

$u_1 - u_2 = L \frac{dI}{dt}$

$\frac{dI}{dt} = -\frac{3}{1500}$

$\frac{dI}{dt} < 0 \Rightarrow$ макс. ток будет в начале нач. момента $W_C = \frac{CU_2^2}{2}$ $W_L = \frac{LI_m^2}{2}$
 в этот момент $U_C = U_0$ $U_L = 0$
 (эти значения) $I_L = 0$ (в н. п.)



$W_C = W_L = \frac{CU_2^2}{2}$ $W_L = 0$

$W_C - 2C\epsilon_0 = \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} - \frac{LI_m^2}{2}$

$W_C - 4C\epsilon_0 = C(U_2^2 - U_1^2) - LI_m^2$

$I_m = \sqrt{\frac{C(U_2^2 - U_1^2) - 4C\epsilon_0^2}{L}}$

$= 20 \cdot 10^{-6} \cdot 20 + 4 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-4}$

$\sqrt{2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-4}}$

$= \sqrt{1,6 \cdot 10^{-10}}$

$10^{-2} \cdot 10 = 10^{-1}$

$I_m = 0,1$

$I = \frac{dq}{dt}$

$I = C \frac{dU}{dt}$

$q = CU$

$\frac{dq}{dt} = C \frac{dU}{dt}$