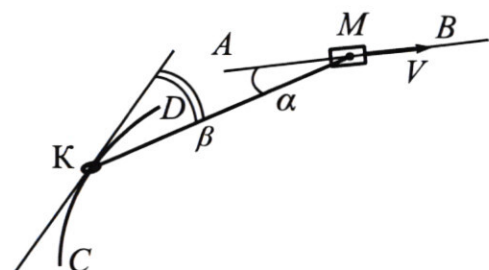


Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

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.



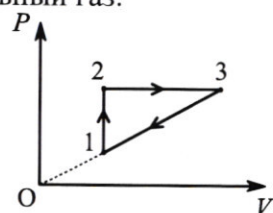
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

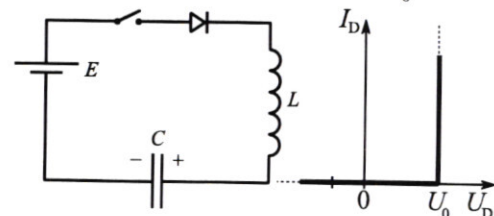
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

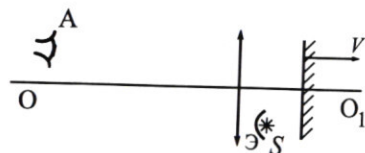


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

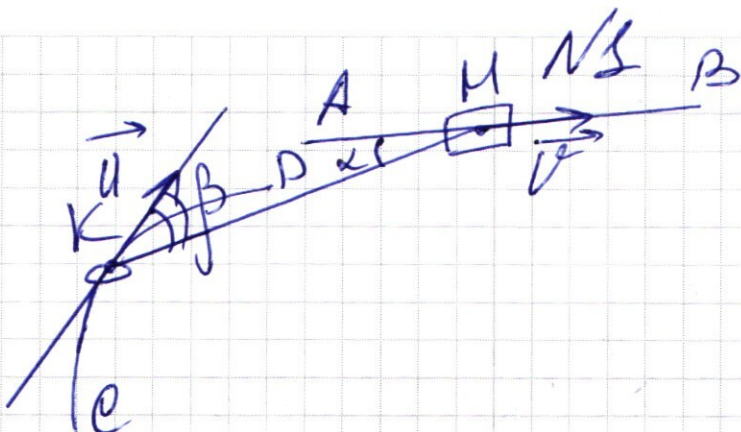
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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



$$v = 68 \text{ см/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = 5R/3$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

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

u - ?

$u_{\text{отн}}$ - ?

T - ?

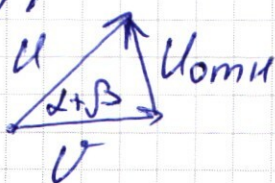
- ① Нить нерастяжима $\Rightarrow$ проекции скоростей кольца и муфты на ось, совпадающую с нитью, в любой момент времени равны.

Тогда $u \cos \beta = v \cos \alpha$

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$u = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = 45 \text{ (см/с)}$$

- ② По закону сложения скоростей (система отсчёта, связанная с муфтой):



$$u_{\text{отн}}^2 = u^2 + v^2 - 2u \cdot v \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{8}{17}$$

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

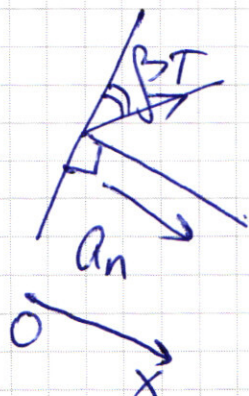
$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{17 \cdot 5} (20 - 8) =$$

$$= \frac{36}{17 \cdot 5}$$

$$U_{\text{ом}}^2 = 75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{17 \cdot 5} = 5929$$

$$U_{\text{ом}} = 14\sqrt{3} \text{ (м/с)}$$

③



$$a_n = \frac{U^2}{R}$$

$$T = \frac{75^2 \cdot 0.1 \cdot 5}{19 \cdot 3} =$$

$$= \frac{75 \cdot 25 \cdot 5}{19} = \frac{9475}{19} \approx 500 \text{ (Н)}$$

Ответ: $U = 75 \text{ м/с}$

$$U_{\text{ом}} = 14\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$T = 500 \text{ (Н)}$$

Закон Ньютона для кольца:

$$\vec{T} = \vec{a}_n \cdot m$$

В проекции на ОХ:

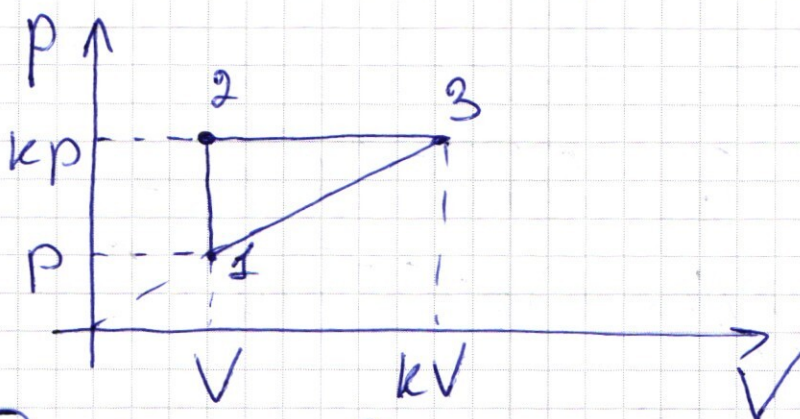
$$a_n m = T \sin \beta$$

$$\frac{U^2 m}{R} = T \sin \beta$$

$$T = \frac{U^2 m}{R \sin \beta}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$$

① $Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_{12}$
 $Q_{23} = C_{23} \cdot \Delta T_{23}$

② состояние 1: $pV = \nu R T$
 состояние 2: $kpV = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = kT$
 состояние 3: $k^2 pV = \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = k^2 T$

③ $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$

$$A_{23} = kpV(k-1)$$

$$\Delta T_{23} = kT(k-1)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} pV k(k-1) \quad \Delta T_{12} = T(k-1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} pV k(k-1)$$

④ $Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R T(k-1) = \frac{3}{2} pV(k-1)$

⑤ $\frac{5pV k(k-1)}{3pV(k-1)} = \frac{C_{23}}{C_{12}} \frac{\nu R kT(k-1)}{\nu R T(k-1)} \Rightarrow \frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$

$$\frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{3}{5}$$

$$(4) \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2} \frac{pV k (k-1)}{pV k (k-1)} = \frac{5}{2}$$

$$(5) \text{ Пусть } c_{12} = 3c, c_{23} = 5c, \text{ где } c = R/2$$

$$\text{Тогда } Q_{12} + Q_{23} = 3c \cancel{V k (k-1)} + 5c \cancel{V k (k-1)} = \cancel{3c V k (k-1)} + \cancel{5c V k (k-1)}$$

$$A_{12} = \cancel{Q_{12}} \text{ S.ч}$$

$$A_{12} = \frac{V(k-1) \cdot p(k-1)}{2} = \frac{Vp(k-1)}{2} = \frac{2RT(k-1)}{2} = RT(k-1)^2$$

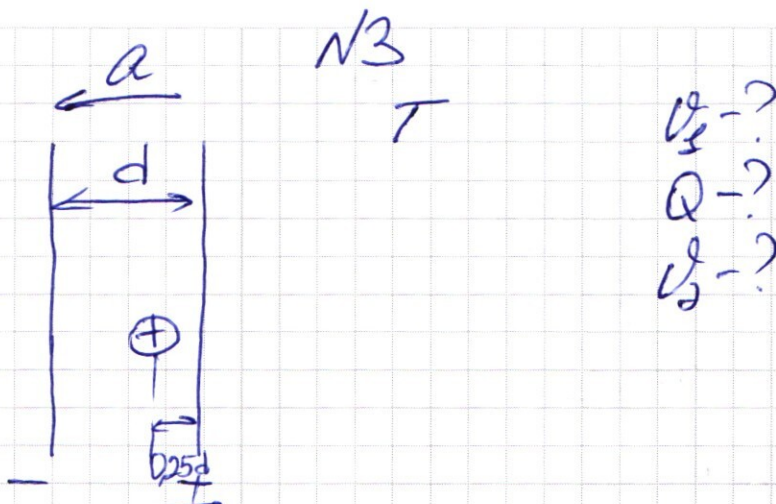
$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{2RT(k-1)(k-1)}{2RT(k-1)(3+5k)} = \frac{(k-1)}{3+5k}$$

$$(6) \eta = \frac{2RT(k-1)^2}{5RTk(k-1)} = \frac{k-1}{5k} =$$

$$= \frac{1}{5} - \frac{1}{5k}, \text{ или } \eta_{\max} = 20\%$$

$$\text{Ответ: } \frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{3}{5}; \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}; \eta_{\max} = 20\%$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



- ① Т.к. заряд стартовал из состояния покоя, вся работа электрического поля между обкладками конденсатора пойдет на изменение его кинетической энергии:

$$\frac{m v_1^2}{2} = q \cdot E \cdot 0.75d$$

- ② $F_2 = Eq = \text{const} \Rightarrow a = \text{const}$
 $Eq = am$ по 2 закону Ньютона в проекции на Ox :
 $v_1 = aT$
 $E = \frac{v_1 m}{qT}$

③
$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{q \cdot v_1 \cdot m \cdot 0.75d}{qT}$$

$$v_1 = \frac{1.5d}{T}$$

4

$$Eq = \frac{1,5dm}{T^2}$$

$$E = \frac{1,5dm}{qT^2}$$

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

$$\frac{Q}{2\epsilon_0} = \frac{1,5dm}{qT^2}$$

$$\frac{Q}{2S\epsilon_0} = \frac{1,5dm}{qT^2}$$

$$Q = \frac{3dS\epsilon_0}{qT^2}$$

5

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{Q^2}{2C} = \frac{mv_2^2}{2}$$

(закон сохранения энергии)

$$mv_1^2 + \frac{Q^2}{C} = mv_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{Q^2}{mc^2}}, \text{ где } c = \frac{\epsilon_0 \epsilon d}{T}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2,25d^2}{T^2} + \frac{9d^2S^2\epsilon_0^2 \cdot d}{m\epsilon^2 T^4 \cdot d^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2,25d^2}{T^2} + \frac{9d^3S\epsilon_0 m}{q^2 T^4}} = \frac{d}{T} \sqrt{2,25 + \frac{9dS\epsilon_0 m}{q^2 T^4}}$$

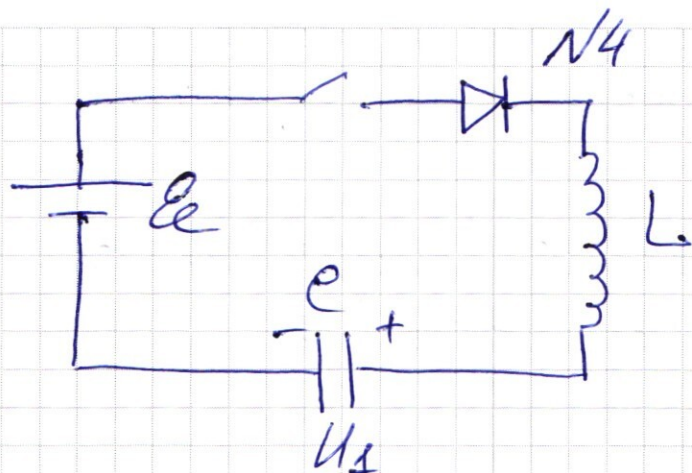
$$\text{где } \frac{q}{m} = \gamma$$

Ответ: $v_1 = \frac{1,5d}{T}$

$$Q = \frac{3dS\epsilon_0}{qT^2}$$

$$v_2 = \frac{d}{T} \sqrt{2,25 + \frac{9dS\epsilon_0 m}{q^2 T^4}}, \text{ где } \frac{q}{m} = \gamma$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$E = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_0 = 5 \text{ В}$$

$$L = 0,5 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 5 \text{ В}$$

$$I' = ?$$

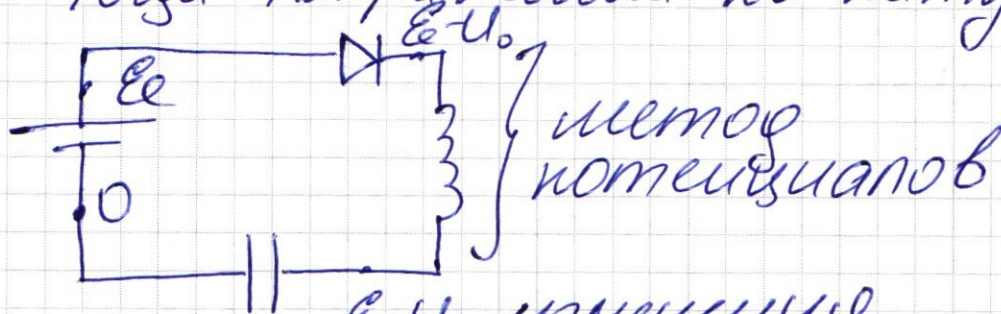
$$I_m = ?$$

$$U_{\text{диск}} = ?$$

- ① Т.к. ток на катушке сразу после замыкания ключа не изменяется,

$I' = 0$. Напряжение на конденсаторе тоже скачком не изменяется тогда

- ② Рассмотрим цепь в момент $t = 0$ когда I_{max} — максимален. Тогда напряжение на катушке нет.



Закон сохранения энергии от замыкания ключа к до текущего момента.

$$\frac{CU_0^2}{2} + A_{\text{ист}} = \frac{(E - U_0)^2 C}{2} + \frac{LI_m^2}{2}, \text{ где } A_{\text{ист}} = EC(E - U_0)$$

$$I = \frac{1}{m} \sqrt{\frac{e U_2^2 + 2E(E - U_0 - U_2) - (E - U_0)^2}{L}}$$

$$I_m = 180 \text{ mA}$$

③ Рассмотрим цепь в новом установившемся состоянии. Ток в цепи нет.

Закон изменения энергии от замыкания ключа до уст. режима:

$$\frac{e U_1^2}{2} = \frac{e U_2^2}{2} - A_{\text{уст}}^*, \text{ где } A_{\text{уст}}^* = E e (U_2 - U_1)$$

~~или~~

$$U_1^2 + 2(U_2 - U_1)E = U_2^2$$

$$U_2 = x$$

$$25 + 18(x - 5) = x^2$$

$$x^2 - 18x + 65 = 0$$

$$D = 324 - 4 \cdot 65 = 64$$

$$x_1 = \frac{18 + 8}{2} = 13$$

$$x_2 = \frac{18 - 8}{2} = 5 \text{ — соответствует начальному состоянию}$$

$$U_2 = 13 \text{ В}$$

Ответ: $I' = 0 \text{ (A/c)}$

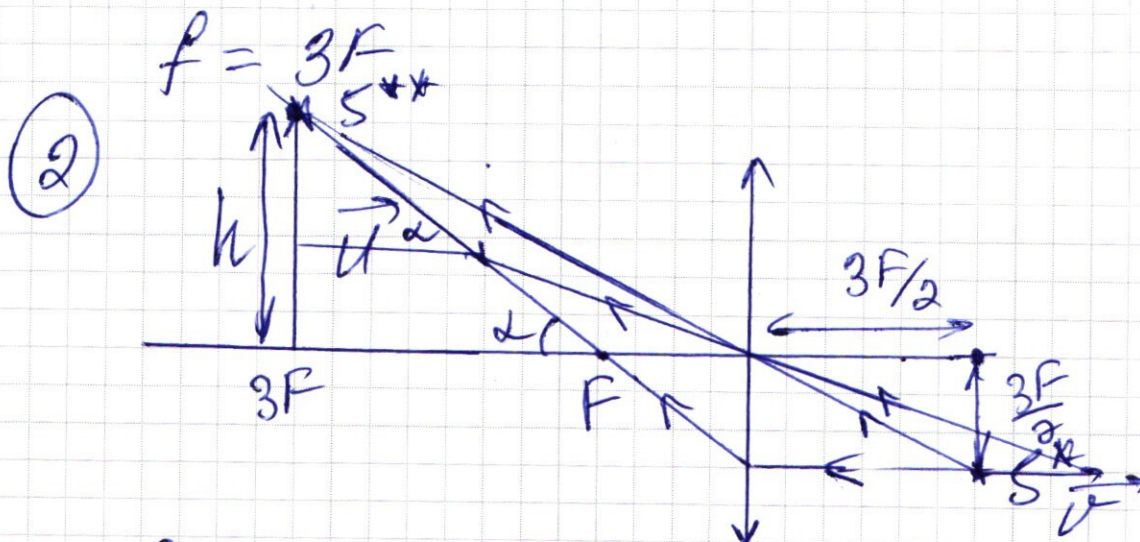
$$I_m = 180 \text{ mA}$$

$$U_2 = 13 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



① $d = \frac{3F}{2}$ ~~ошибка~~, $\frac{1}{F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}$



Относительно линзы источник
(в зеркале) движется со скоростью
 u .

$$\Gamma = \frac{3F \cdot 2}{3F} = 2 \Rightarrow k = 2 \cdot \frac{3F}{4} = \frac{3F}{2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3F}{2 \cdot 2F} = \frac{3}{4}$$

$$\textcircled{3} \quad U^2 = U_x^2 + U_y^2$$

$$U_x = \sqrt{2} \cdot U = 4V$$

$$U_y = U_x \cdot \operatorname{tg} \alpha = 3V$$

$$\text{Тоже } U = 5V$$

$$\text{Ответ: } F = 3F$$

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

$$U = 5V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 A_3 &= A_{23} - A_{31} = \frac{kpV}{(k-1)} - \frac{kpV}{(k+1)(k-1)} = 2^3 \\
 &= \frac{2RT}{k(k-1)} - \frac{RT(k^2-1)}{2} = \frac{75}{375} \\
 &= \frac{2RTk(k-1) - RT(k^2-1)}{2} = \frac{525}{5625} \\
 &= \frac{RT(2k^2 - 2k - k^2 + 1)}{2} = \frac{RT(k-1)^2}{2} \frac{175}{125} \\
 Q &= Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2}RT(k-1) + \frac{3}{2}RTk(k-1) \\
 &+ \frac{kpV}{(k-1)} = RT \left(\frac{3}{2}k - \frac{3}{2} + \frac{3}{2}k^2 - \frac{3}{2}k + \right. \\
 &\left. + k^2 - k \right) = RT \left(\frac{5}{2}k^2 - k - \frac{3}{2} \right) = 2RT(5k^2 - 2k - 3) \\
 \eta &= \frac{(k-1)^2}{4(5k^2 - 2k - 3)} \quad \frac{8475}{-76} \quad \frac{19}{999} \\
 \eta' &= \frac{2(k-1)(5k^2 - 2k - 3) - 4(10k - 2)(k-1)^2}{(4(5k^2 - 2k - 3))^2} \quad \frac{19}{4} \\
 2(5k^2 - 2k - 3) - 4(10k - 2) &= 0 \quad \frac{19}{9} \\
 10k^2 - 4k - 6 - 40k + 8 &= 0 \quad \frac{171}{171}
 \end{aligned}$$

$$10k^2 - 44k + 2 = 0$$

$$5k^2 - 22k + 1 = 0$$

$$D = 484 - 20 = 464$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 22 \\ \hline 44 \\ + 440 \\ \hline 484 \end{array}$$

$$484$$

$$=$$

$$\frac{4k(k-1) - (k+1)}{5k+3} = \frac{4k^2 - 4k - k - 1}{5k+3} = \frac{4k^2 - 5k - 1}{5k+3}$$

$$e = \frac{Q^2}{2e}$$

$$\frac{Q^2}{2e}$$

$$\frac{e \cdot S}{d}$$

$$W = \frac{Q^2}{2e}$$

$$\eta = \frac{2k(k-1) - (k+1)}{5k+3} =$$

$$\frac{Q^2}{2e} + \frac{mv_s^2}{2} = \frac{mv_a^2}{2} = \frac{2k^2 - 2k - k - 1}{5k+3} = \frac{2k^2 - 3k - 1}{5k+3}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12} + Q_{23}}$$

$$A = pV_{23} - A_{32} =$$

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

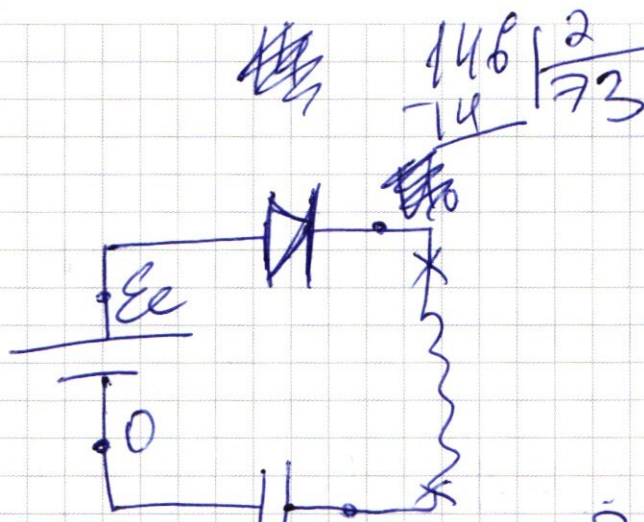
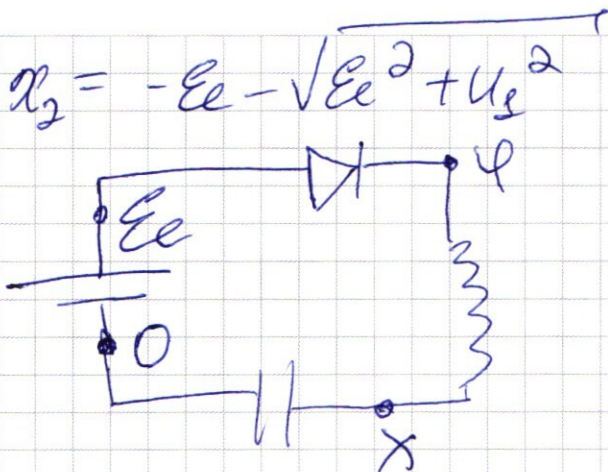
$$= p V k (k-1) - \frac{p V (k^2 - 1)}{2}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} p V (k-1) = \frac{3}{2} p V (k-1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} p V (k-1)$$

$$\eta = \frac{2 p V k (k-1) - \frac{p V (k^2 - 1)}{2}}{\frac{3}{2} p V (k-1) + \frac{5}{2} p V (k-1)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{U_s^2}{2} + (U_e - U_s)E_e = \frac{U_e^2}{2}$$

$$U_s^2 + 2(U_e - U_s)E_e = U_e^2$$

$$25 + 2(U_e - 5) \cdot 9 = U_e^2$$

$$25 + 18x - 90 = x^2$$

$$x^2 - 18x + 65 = 0$$

$$D = 81 - 80 = 1$$

$$x = \frac{9 \pm 1}{2} = 5$$

$$x = \frac{9 - 1}{2} = 4$$

$$\begin{array}{r} 584 \overline{) 4} \\ \underline{4} \\ 18 \\ \underline{16} \\ 24 \end{array}$$

$$U_e = \frac{-18 + 2\sqrt{116}}{2}$$

$$\frac{25}{2} + (U_e - 5) \cdot 9 = \frac{U_e^2}{2}$$

$$U_e = x$$

$$25 + 18x - 90 = x^2$$

$$x^2 + 18x - 65 = 0$$

$$D = 324 + 65 \cdot 4 = 584$$

$$x = \frac{-9 \pm \sqrt{584}}{2}$$

$$x = \frac{-9 + \sqrt{584}}{2} = 4.273$$

$$\begin{array}{r} 81 \overline{) 324} \\ \underline{81} \\ 244 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 146 \overline{) 584} \\ \underline{146} \\ 44 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22 \overline{) 44} \\ \underline{44} \\ 0 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

$2\sqrt{U_C - g} > 0$

$U_L = L I'$

$I' = 0$

$\sqrt{U_C - g} > 1$

~~See~~

$I_L \rightarrow \max \Rightarrow U_L = 0$

$U_C = E - U_0$

$\frac{CU_s^2}{2} = \frac{(E - U_0)^2}{2} C + \frac{LI_{\max}^2}{2} - A_{\text{chem.}}$

$A_{\text{chem.}} = E \cdot (E - U_0 - U_s) C$

$CU_s^2 = (E - U_0)^2 C + LI_{\max}^2 - A_{\text{chem.}}$

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

$\frac{CU_s^2}{2} + E(E - U_0 - U_s)C =$

$CU_s^2 + 2E(E - U_0 - U_s)C =$

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

$I = \sqrt{\frac{C(U_s^2 + 2E(E - U_0 - U_s) - (E - U_0)^2)}{L}}$

$$I = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} (25 + 2 \cdot 9 \cdot 3 - 64)}{0.1}} =$$

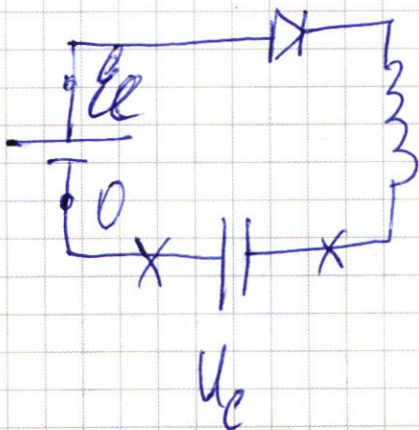
$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \overline{) 18} \\ \underline{4} \\ 14 \\ \underline{12} \\ 2 \end{array}$$

$$= \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 9}{10^{-5}}} =$$

$$= \sqrt{400 \cdot 10^{-6} \cdot 9} =$$

$$= 20 \cdot 10^{-3} \cdot 9 = 180 \cdot 10^{-3} =$$

$$= 180 \text{ mA}$$



$$\frac{eU_s^2}{2} + qE = \frac{q^2}{2e}$$

$$q = e(U_c - U_s)$$

$$\frac{eU_s^2}{2} + e(U_c - U_s) = \frac{e(U_c - U_s)^2}{2}$$

$$U_s^2 + 2(U_c - U_s) = (U_c - U_s)^2$$

$$U_s^2 + 2U_c U_s - 2U_s^2 = U_c^2 - 2U_c U_s + U_s^2$$

$$eU_s^2 + 2eU_c U_s - eU_s^2 = 0$$

$$D = 4e^2 U_c^2 + 4e^2 U_s^2 = 4e^2 (U_c^2 + U_s^2)$$

$$U_s = \frac{-2eU_c \pm 2e\sqrt{U_c^2 + U_s^2}}{2e} = -U_c \pm \sqrt{U_c^2 + U_s^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$pV = \gamma RT$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ? \quad Q_{23} = \frac{5}{2} \gamma R T (k-1)$$

$$A_{23} = \gamma R T (k-1)$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$$

$$\boxed{\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}}$$

$$Q_- = Q_{31}$$

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{23}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12} + Q_{23}}$$

$$A = A_{23} - A_{31}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \gamma R T (k-1) + \frac{5}{2} \gamma R T k (k-1) =$$

$$= \frac{1}{2} \gamma R T (k-1) (3 + 5k)$$

$$A = \gamma R T k (k-1) - \frac{(k^2-1) \gamma R T}{2} =$$

$$= \gamma R T \left(k - \frac{(k+1)}{2} \right) =$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \gamma R T (k-1) = \gamma R T (k-1) (2k - k - 1) =$$

$$\eta = \frac{\gamma R T (k-1)^2}{\gamma R T (k-1) (3+5k)} \quad A_{23} = V(k-1)^2$$

$$= \frac{\gamma R T (k-1)^2}{2}$$

$$\eta = \frac{k-1}{3+5k}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \gamma R T k (k-1)$$

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

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$$

$$A_{31} = \frac{p(k+1) \cdot (k-1)V}{2} = \frac{3+5k-5(k-1)}{(3+5k)^2} = \frac{8}{(3+5k)^2} =$$

$$= \frac{pV}{2} (k^2-1) \quad \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \gamma R T (k^2-1) \quad Q_{31} = 2 \gamma R T (k^2-1)$$

$$a = \frac{3d\omega^2}{8T^2}$$

$$Q = \frac{3d\omega^2}{8T^2}$$

$$Q = \frac{3d\omega^2}{8T^2}$$

$$F = \frac{3d\omega^2}{8T^2}$$

$$Fq = \frac{3d\omega^2}{8T^2}$$

$$m\omega^2 = q \cdot E \cdot 0.75d$$

$$F = \frac{q}{8T^2}$$

$$F_3 = Fq = qm$$

$$a = \frac{1}{8T^2} = \frac{1}{8T^2}$$

$$c = \frac{d}{8T^2}$$

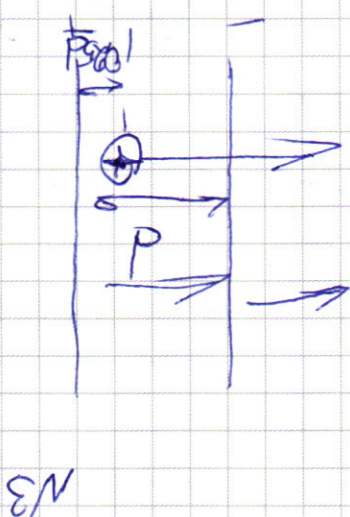
$$F = \frac{c}{8T^2} = \frac{d}{8T^2}$$

$$c = \frac{d}{8T^2}$$

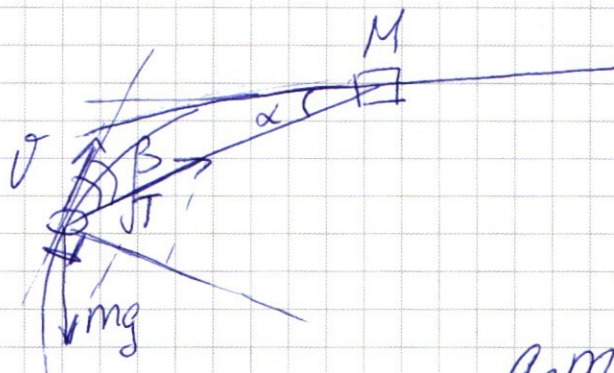
$$r = \frac{d}{8T^2}$$

$$v_f = ?$$

$$m\omega^2 = q \cdot E \cdot 0.75d$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$$a_{nm} = T \sin \beta$$

~~$$v^2 = (k-1)(5k+3) - (5k+3)(k-1) \Rightarrow \frac{v^2}{R} m = T \sin \beta$$~~

$$T = \frac{v^2}{R \sin \beta}$$

$$Q_+ = \frac{3}{2} \gamma R T (k-1) + p V k (k-1) +$$

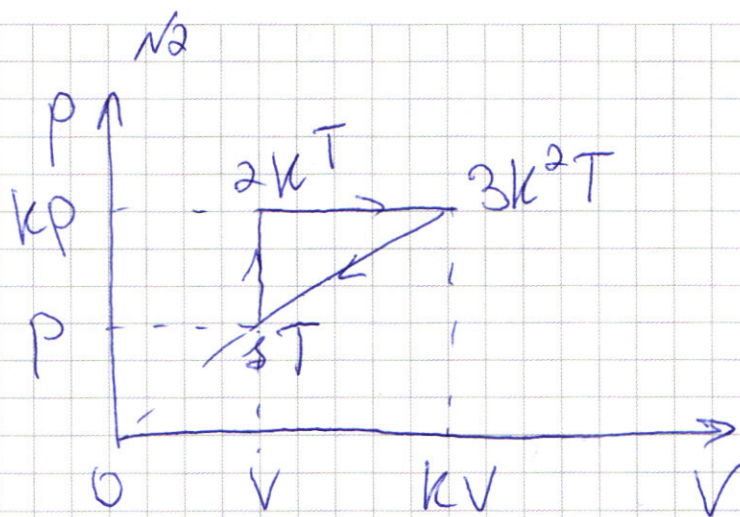
$$+ \frac{3}{2} \gamma R T k (k-1) = \frac{3}{2} \gamma R T (k-1) + \frac{5}{2} \gamma R T k (k-1) =$$

$$\eta = 1 - \frac{2 \gamma R T (k^2 - 1)}{\frac{3}{2} \gamma R T (k-1) + \frac{5}{2} \gamma R T k (k-1)} =$$

$$= 1 - \frac{2 \cdot 2 (k-1) (k+1)}{3 (k-1) + 5 k (k-1)} = 1 - \frac{4 (k+1)}{3 + 5k} =$$

$$= 1 - \frac{4k+4}{5k+3} = \frac{5k+3-4k-4}{5k+3} = \frac{k-1}{5k+3}$$

$$\frac{c_{s2}}{c_{23}} - ?$$



$$Q_{s2} = c_{s2} \cdot \gamma \Delta T_{s2}$$

$$Q_{23} = c_{23} \cdot \gamma \Delta T_{23}$$

$$Q_{s2} = \frac{3}{2} \gamma R T (k-1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \gamma R T (k^2 - k) = \frac{5}{2} \gamma R T k (k-1)$$

$$kP V = \gamma R T_2$$

$$pV = \gamma R T$$

$$k = \frac{T_2}{T}$$

$$T_2 = kT$$

$$\frac{Q_{s2}}{Q_{23}} = \frac{3 \gamma R T (k-1)}{5 \gamma R T k (k-1)} = \frac{3}{5k}$$

$$3: k^2 pV = k^2 \gamma R T$$

$$pV = \gamma R T$$

$$A_{13} = \frac{R p (k+1) \cdot V (k-1)}{2} =$$

$$= \frac{pV (k^2 - 1)}{2} = \frac{(k^2 - 1) \gamma R T}{2}$$

$$k^2 pV (k^2 - 1) = (k^2 - 1) \gamma R T$$

$$\frac{3}{2} \gamma R T (k-1) + \frac{3}{2} \gamma R T = \frac{3}{2} \gamma R T (k^2 - 1)$$

$$k-1 + k(k-1) = (k^2 - 1)$$

$$k^2 - 1 = k^2 - 1$$

$$kP V (k-1) = \gamma R T (k-1)$$

$$(k-1) \neq 0$$

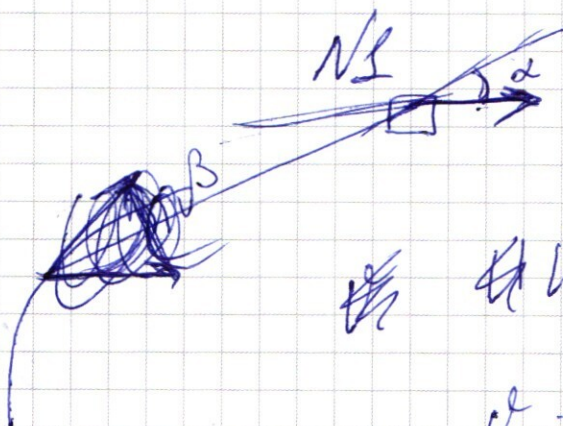
$$\frac{3}{5k} = \frac{c_{s2}}{c_{23}} \cdot \frac{\gamma R T (k-1)}{k T (k-1)}$$

$$\boxed{\frac{c_{s2}}{c_{23}} = \frac{3}{5}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U = \sqrt{85V^2 + \frac{27^2 V^2}{16}} = \frac{V}{4} \sqrt{85 \cdot 4 + 27^2} =$$

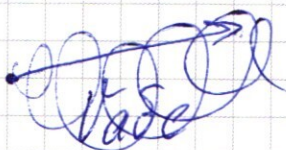
$$= \frac{V}{4} \sqrt{27^2 (4 + 27)} = \frac{30V}{4} \sqrt{3 \cdot 38} = \frac{30\sqrt{93}}{4}$$

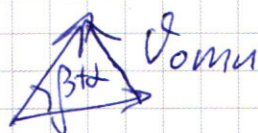


$$V_k \cdot \cos \beta = V \cdot \cos \alpha$$

$$V_k = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{V \cdot 15.5}{17 \cdot 4} =$$

$$= \frac{68 \cdot 15.5}{68} = (75)$$





$$V_{omv} = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta) \quad 3$$

$$\cos(\alpha + \beta) = 4$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ + 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ + 4624 \\ \hline 10249 \\ - 4320 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 36 \\ \hline 20 \\ + 72 \\ \hline 36 \\ + 36 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5929 \mid 7 \\ \underline{56} \mid 847 \mid 7 \\ 32 \mid 7 \mid 12 \\ \underline{28} \mid 14 \\ 49 \mid 14 \\ \mid 7 \end{array}$$

7.2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Diagram showing a vector u and an angle α with a right triangle formed by its components.

Handwritten calculations:

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{4225}{289}} = \frac{5}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - 16} = \frac{3}{5}$$

$$v_{omk} = \sqrt{68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{9}{17}}$$

$$= \sqrt{68^2 + 75^2 - 4 \cdot 75 \cdot 9} = \sqrt{7549}$$

Arithmetic results:

- $289 - 225 = 64$
- $64 \cdot 25 = 1600$
- $1600 - 225 = 1375$
- $1375 - 225 = 1150$
- $1150 - 225 = 925$
- $925 - 225 = 700$
- $700 - 225 = 475$
- $475 - 225 = 250$
- $250 - 225 = 25$
- $25 \cdot 289 = 7225$
- $7225 - 475 = 6750$
- $6750 - 225 = 6525$
- $6525 - 225 = 6300$
- $6300 - 225 = 6075$
- $6075 - 225 = 5850$
- $5850 - 225 = 5625$
- $5625 - 225 = 5400$
- $5400 - 225 = 5175$
- $5175 - 225 = 4950$
- $4950 - 225 = 4725$
- $4725 - 225 = 4500$
- $4500 - 225 = 4275$
- $4275 - 225 = 4050$
- $4050 - 225 = 3825$
- $3825 - 225 = 3600$
- $3600 - 225 = 3375$
- $3375 - 225 = 3150$
- $3150 - 225 = 2925$
- $2925 - 225 = 2700$
- $2700 - 225 = 2475$
- $2475 - 225 = 2250$
- $2250 - 225 = 2025$
- $2025 - 225 = 1800$
- $1800 - 225 = 1575$
- $1575 - 225 = 1350$
- $1350 - 225 = 1125$
- $1125 - 225 = 900$
- $900 - 225 = 675$
- $675 - 225 = 450$
- $450 - 225 = 225$
- $225 - 225 = 0$

Final result: $\sqrt{7549}$

$$\begin{array}{r} 7549 \mid 17 \\ - 68 \\ \hline 74 \\ - 68 \\ \hline 69 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 4 \\ \hline 68 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 19 \\ \times 3 \\ \hline 57 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7549 \mid 19 \\ - 57 \\ \hline 184 \\ - 171 \\ \hline 1839 \\ \times 19 \\ \hline 171 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 19 \\ \times 7 \\ \hline 133 \end{array}$$

$$W = \frac{Q^2}{2e}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{eU^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$mv_1^2 + \frac{Q^2}{e} = mv_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{mv_1^2 + Q^2}{mc}} = \sqrt{\frac{2.25d^2}{T^2} + \frac{9d^2 \cdot 8 \cdot 10^{-18} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{m \cdot 2 \cdot 10^{-24} \cdot 4}}$$

$$= \sqrt{\frac{2.25d^2}{T^2} + \frac{9d^2 \cdot 8 \cdot 10^{-18} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{m \cdot 2 \cdot 10^{-24} \cdot 4}}$$

$$eU^2 = m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\frac{Q^2}{e} = m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\frac{m^2 \cdot 3d^2 \cdot 8 \cdot 10^{-18} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{q^2 + 2} = m \left(\frac{2.25d^2}{T^2} + \frac{9d^2 \cdot 8 \cdot 10^{-18} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{m \cdot 2 \cdot 10^{-24} \cdot 4} - v_1^2 \right)$$