

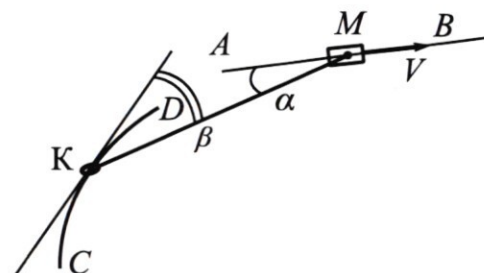
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-01

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложения бланка задания не принимаются.

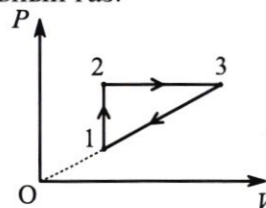
1. Муфту M двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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 $\frac{q}{m} = \gamma$.

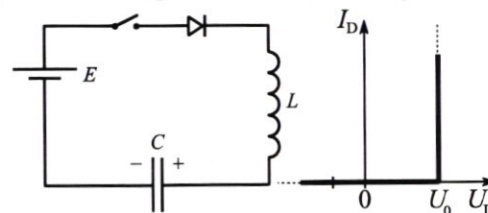
- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

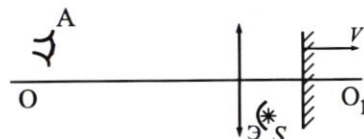
Ключ замыкают.

- 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 $\mathcal{E}$, 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 A 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

Дано:

$$h = \frac{3F}{4}$$

$$a = \frac{F}{2}$$

v

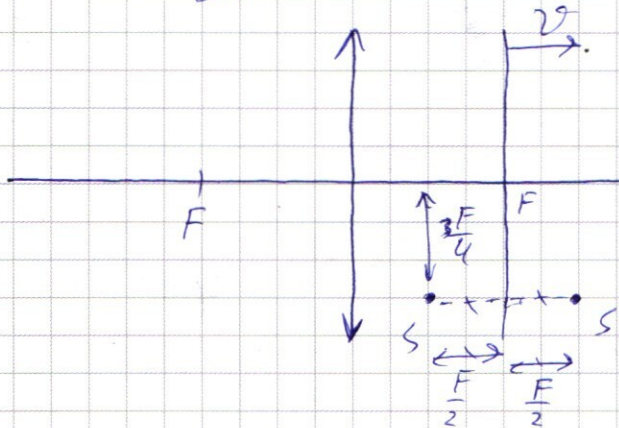
$$S_1 = F$$

1) b - ?

2) α - ?

3) U - ?

Решение:



1) Изображение S' в

зеркале находится

на $\frac{3F}{2}$ от линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{b}$$

$(-\frac{2}{3F}$, т.к. предмет мнимый).

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{F} + \frac{2}{3F} = \frac{5}{3F} \quad b = \frac{3F}{5} \Rightarrow \Gamma = \frac{b}{\frac{3F}{2}} = \frac{\frac{3F}{5}}{\frac{3F}{2}} = \frac{2}{5} = 0,4$$

2) Найдем U_x - скорость вдоль оси OO_1 .

Пусть зеркало сместилось на Δx ($\Delta x \leq \frac{F}{2}$),

тогда изображение в зеркале сместилось на $2\Delta x$.

Изображение в линзе сместилось на $\Delta l = 2\Delta x \cdot \Gamma = 0,32\Delta x$

$$U_x = \Delta l', \quad v = \Delta x' \Rightarrow U_x = 0,32v$$

Уточним изображение

$$h_1 = \Gamma \cdot h = \frac{2}{5} \cdot \frac{3F}{4} = \frac{3F}{10} = 0,3F$$

Новое изображение на Δx :

$$\Gamma_1 = \frac{\frac{3F}{5} + 0,32\Delta x}{\frac{3F}{2} + 2\Delta x} = \frac{h_2}{h}$$

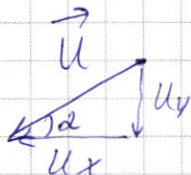
Пусть $\Delta x = \frac{F}{10}$, тогда:

$$h_2 = h \left(\frac{\frac{3F}{5} + \frac{2}{25} \cdot \frac{F}{10}}{\frac{3F}{2} + \frac{F}{5}} \right) = \frac{3F}{4} \left(\frac{\frac{158}{250} F}{\frac{17}{10} F} \right) = \frac{3F \cdot 158}{4 \cdot 25 \cdot 17} = \frac{3F \cdot 79}{50 \cdot 17}$$

При этом $\Delta l = 0,32 F = 0,032 F$

Тогда $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta l} = \frac{|h_2 - h_1|}{\Delta l} = \frac{\left| \frac{3F \cdot 79}{50 \cdot 17} - \frac{3F}{10} \right|}{\frac{32F}{1000}} = \frac{3(85-79) \cdot 1000}{50 \cdot 17 \cdot 32} = \frac{15}{68}$

2) $\alpha = \arctg\left(\frac{15}{68}\right)$



$U_x = 0,32 V$
 $\operatorname{tg} \alpha = \frac{15}{68}$
 $\Rightarrow U = \frac{U_x}{\cos \alpha} = \frac{0,32 V}{\sqrt{1 + \frac{225}{68^2}}} =$

$= 0,32 V \cdot \sqrt{\frac{4849}{4624}} = V \cdot \sqrt{\frac{4849 \cdot 64}{4624 \cdot 625}} = \sqrt{\frac{4849 \cdot 4}{289 \cdot 625}}$

$= V \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{4849}}{17 \cdot 25} \approx V \cdot \frac{2 \cdot 70}{17 \cdot 25} = \frac{140 V}{425}$

Ответ: 1) $\frac{3F}{5}$ 2) $0,32 V$ 3) $\frac{140 V}{425} \approx \frac{1}{3} V$

Дано:

$E = 9 V$

$U_1 = 5 V$

$L = 0,1 \text{ Гн}$

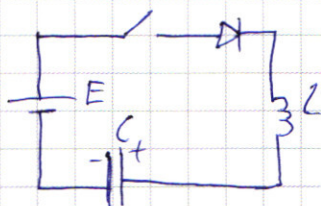
$U_0 = 1 V$

1) $I_1^?$

2) $I_{\max}^?$

3) $U_2^?$

Решение:



1) Ключ замкнут, и тут

2) Вектора: хорды или дуги равно или меньше полуокружности.

a) $U_0 < U_0 \Rightarrow \text{так } I_D = 0 \Rightarrow I^? = 0 \Rightarrow \xi = 0,$

но тогда $E - U_0 - U_1 \geq 0 \Rightarrow U_0 = E - U_1 = 4 V > U_0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow U_0 = U_0$ $\Rightarrow \text{противоречие}$

b) $U_0 = U_0$ По правилу Кирхгофа: $E - U_1 - |\xi| = U_0$

$|\xi| = L I_1^? = E - U_1 - U_0 = 9 - 5 - 1 = 3 V \quad I_1^? = \frac{E - U_1 - U_0}{L} = \frac{3 V}{0,1} = 30 A$

2) (ЗСЗ): $\frac{C U_1^2}{2} = \frac{L I_{\max}^2}{2} \quad I_{\max} = \sqrt{\frac{C}{L}} = 5 \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 2 = 10^{-3} = 1 \text{ мА}$

3) Установившаяся, когда $I^? = 0$. ~~В~~ $\Rightarrow \xi = 0$. По правилу

Кирхгофа: $E - U_0 = U_2 = 9 - 1 = 8 V$ Ответ: 1) $30 A$ 2) 1 мА 3) $8 V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В3.

Дано:

$$S, d (d \ll S)$$

$$L_A = 0,25d$$

T

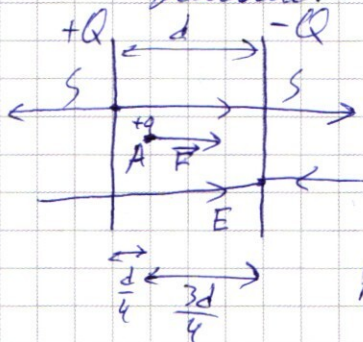
$$\frac{Q}{m} = \gamma$$

$$1) V_1 - ?$$

$$2) Q - ?$$

$$3) V_2 - ?$$

Решение:



П.к. частица находится
на оси симметрии:

$$E = \frac{|Q+Q|}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \quad \text{напряженность электрического поля конденсатора}$$

$$F = Eq = \frac{Qq}{\epsilon_0 S}$$

По II з. Ньютона: $\vec{F} = m\vec{a} \quad \frac{Qq}{\epsilon_0 S} = ma$

$$a = \frac{Qq}{\epsilon_0 Sm} = \frac{Q\gamma}{\epsilon_0 S}$$

По закону физики: $\frac{3d}{4} = 0 + \frac{aT^2}{2} \quad \left| \begin{array}{l} 1) \frac{3d}{4} = \frac{2}{T^2} \Rightarrow V_1 = \frac{3d}{2T} \\ 2) \frac{3d}{4} = \frac{aT^2}{2} \end{array} \right.$

$$V_1 = 0 + aT$$

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

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

3) Каждой потенциал в точке A: $\varphi_A = \frac{kQ}{d} - \frac{kQ}{3d} + \frac{kQ}{3d}$

(П.к. частица находится на оси симметрии, зарядовые плоскости можно представить как заряды, расположенные в центре каждой, т.е. на расстоянии $\frac{d}{4}$ и $\frac{3d}{4}$ от нее)

$$\varphi_\infty = 0 \quad V_A = 0$$

$$(ЗСЭ): \quad q\varphi_A + \frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + q\varphi_\infty \quad q\varphi_A = \frac{mV_2^2}{2}$$

$$V_2^2 = \frac{2q\varphi_A}{m} = 2\gamma \cdot \frac{kQ}{3d} = \frac{16\gamma kQ}{3d} \cdot \frac{3d\epsilon_0 S}{2T^2\gamma} = \frac{8\gamma k\epsilon_0 S}{T^2\gamma} = \frac{8\epsilon_0 S}{4\epsilon_0 T^2}$$

$$= \frac{2S}{dT^2}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2S}{dT^2}}$$

Ответ: 1) $V_1 = \frac{3d}{2T}$ 2) $Q = \frac{3d\epsilon_0 S}{2T^2\gamma}$ 3) $V_2 = \sqrt{\frac{2S}{dT^2}}$

12.

Дано:

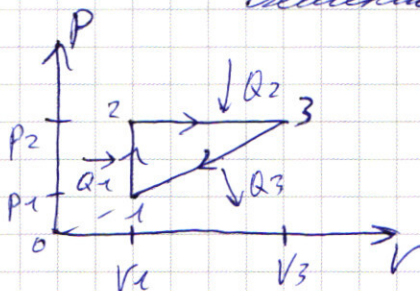
Решение:

$i=3$

1) $\frac{C_1}{C_2} = ?$

2) $\frac{Q_2}{A_2} = ?$

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



(1-2): $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ $V = \text{const} \Rightarrow \Rightarrow A = 0 \Rightarrow Q = \Delta U$

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} \Rightarrow \text{микрометр} \nearrow$

$Q_1 = \Delta U_1 = \frac{i}{2} J R (T_2 - T_1)$

$C_1 = \frac{Q_1}{\Delta T} = \frac{\frac{i}{2} J R \Delta T}{\Delta T} = 1,5 R$

(2-3): $\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_2 V_3}{T_3}$ $\frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2}$ $A_2 = p_2 (V_3 - V_2) = J R (T_3 - T_2)$

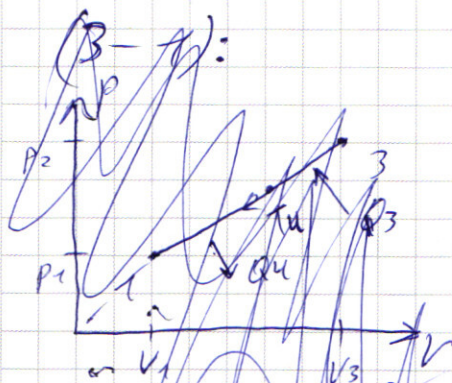
$\Delta U_2 = \frac{i}{2} J R (T_3 - T_2)$

$Q_2 = A_2 + \Delta U_2 = J R (T_3 - T_2) + \frac{i}{2} J R (T_3 - T_2) = \frac{i+2}{2} J R (T_3 - T_2)$

$C_2 = \frac{Q_2}{\Delta T} = \frac{\frac{i+2}{2} J R \Delta T}{\Delta T} = \frac{i+2}{2} R = 2,5 R$

1) $\frac{C_2}{C_1} = \frac{2,5 R}{1,5 R} = \frac{5}{3}$

2) $\frac{Q_2}{A_2} = \frac{\frac{i+2}{2} J R (T_3 - T_2)}{J R (T_3 - T_2)} = \frac{i+2}{2} = 3,5$



$p \sim V$

$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = k$, тогда: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} = k$

$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = k$

$p_2 = k p_1$ $V_2 = k V_1$

$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = k^2$ $T_2 = k^2 T_1$

$\frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2} = k \Rightarrow$

составляется температура по координатам. Вспомогательная T_4 - температура, при которой кал-во сообразующей температуры имеет знак.

$A_{\text{общая}} = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_3 - V_2) = \frac{p_1 (k+1)}{2} V_1 (k-1) = p_1 V_1 \frac{(k^2-1)}{2}$

$\Delta U_3 = \frac{i}{2} J R (T_3 - T_1) = \frac{i}{2} J R T_1 (k^2 - 1)$

$A_3 = -\frac{p_1 + p_2}{2} (V_3 - V_1) =$

$Q_3 \leq 0 \Rightarrow \text{теплота отдана} \Rightarrow Q_{\text{отд}} = Q_1 + Q_2 = -p_1 V_1 \frac{(k^2-1)}{2}$

$\eta = \frac{A_{\text{общ.}}}{Q_1 + Q_2} = \frac{p_1 V_1 (k^2-1)}{2(1,5 J R T_1 (k-1) + 2,5 J R T_1 k(k-1))} = \frac{J R T_1 (k^2-1)}{J R T_1 (3k-3+5k^2-5k)} = \frac{k^2-1}{5k^2-2k-3}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sqrt{2}$ (продолжение).

$$\eta = \frac{k^2 - 1}{5k^2 - 2k - 3} = \frac{(k-1)(k+1)}{5(k-1)(k+3)} - \text{зависит от } k = \frac{p_2}{p_1} > 1$$

$$\text{Найдём } \eta_{\max} \quad \eta'_{ky} = \frac{2k(5k^2 - 2k - 3) - (10k - 2)(k^2 - 1)}{(5k^2 - 2k - 3)^2} = 0$$

$$10k^3 - 4k^2 - 6k - 10k^3 + 10k + 2k^2 - 2 = 0$$

$$-2k^2 + 4k - 2 = 0 \quad 2k^2 - 4k + 2 = 0 \quad k^2 - 2k + 1 = 0 \quad k = 1 - \text{жёло}$$

$$\eta = \frac{k^2 - 1}{5k^2 - 2k - 3} = \frac{(k-1)(k+1)}{5(k-1)(k+3)} = \frac{k+1}{5k+3} - \text{зависит от } k = \frac{p_2}{p_1}$$

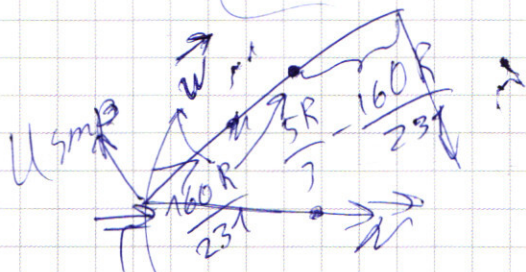
$$\eta' = \frac{5k+3 - 5k-5}{25k^2 + 30k + 9} = \frac{-2}{25k^2 + 30k + 9} < 0 \Rightarrow \eta(k) \downarrow$$

$\Rightarrow \eta_{\max}$ при $k \rightarrow 1$ ($k=1$ быть не может):

$$\eta_{\max} = \lim_{k \rightarrow 1} \frac{k^2 - 1}{5k^2 - 2k - 3} = \lim_{k \rightarrow 1} \frac{(k-1)(k+1)}{5(k-1)(k+3)} = \lim_{k \rightarrow 1} \frac{k+1}{5k+3} = 25\%$$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$ 2) 2,5 3) 25%.

$$\frac{U_{\text{снб}}}{U_{\text{снб}}} = \frac{160}{71} = \frac{25 \cdot 2}{14 \cdot 2 \cdot 68} = \frac{250}{289} \cdot \frac{160}{71}$$



$$\frac{68 \cdot 8 \cdot 5}{3 \cdot 74} \cdot \frac{15}{(45-3)} + \frac{4}{14} \cdot \frac{68 \cdot 8}{14} = \frac{45+32}{44}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$V = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 5,9 \text{ м}$$

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

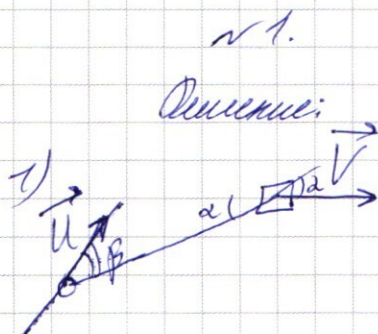
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

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

$$1) U - ?$$

$$2) v_{\text{к.м.}} - ?$$

$$3) T - ?$$



П.к. канцеляры движется по
дуге окружности, по
его скорости направлена по
касательной к окр.» Т.Е. по

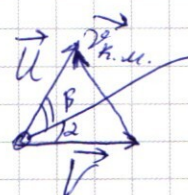
П.к. имеет нормальную, $\perp \beta$ к кривой.

Проекция скорости век

ее элементов на нормаль равна: $U \cos \beta = V \cos \alpha$

$$U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$2) \text{ По Th: } \vec{U} = \vec{v}_{\text{к.м.}} + \vec{V}$$



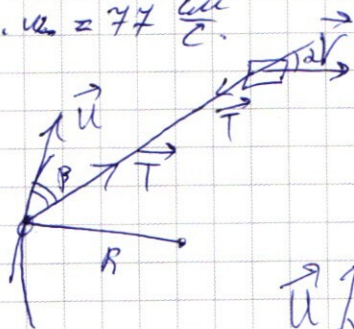
$$\text{По Th косинусов: } v_{\text{к.м.}}^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos(\alpha + \beta) =$$

$$= U^2 + V^2 - 2UV (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) =$$

$$= 75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \left(\frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} \right) = 5625 + 4624 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{85} = 5929 = 77^2$$

$$v_{\text{к.м.}} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

3)



Каждый момент времени ось формулы

$$\text{к кривой: } U \sin \beta x = V \sin \alpha \left(\frac{5R}{3} - x \right)$$

$$x = \frac{V \sin \alpha \cdot 5R}{U \sin \beta + V \sin \alpha} = \frac{68 \cdot 8 \cdot 5R}{75 \cdot \frac{3}{5} + 68 \cdot \frac{8}{17}} =$$

$$= \frac{4 \cdot 8 \cdot 5R}{3(45 + 32)} = \frac{4 \cdot 8 \cdot 5R}{3 \cdot 77}$$

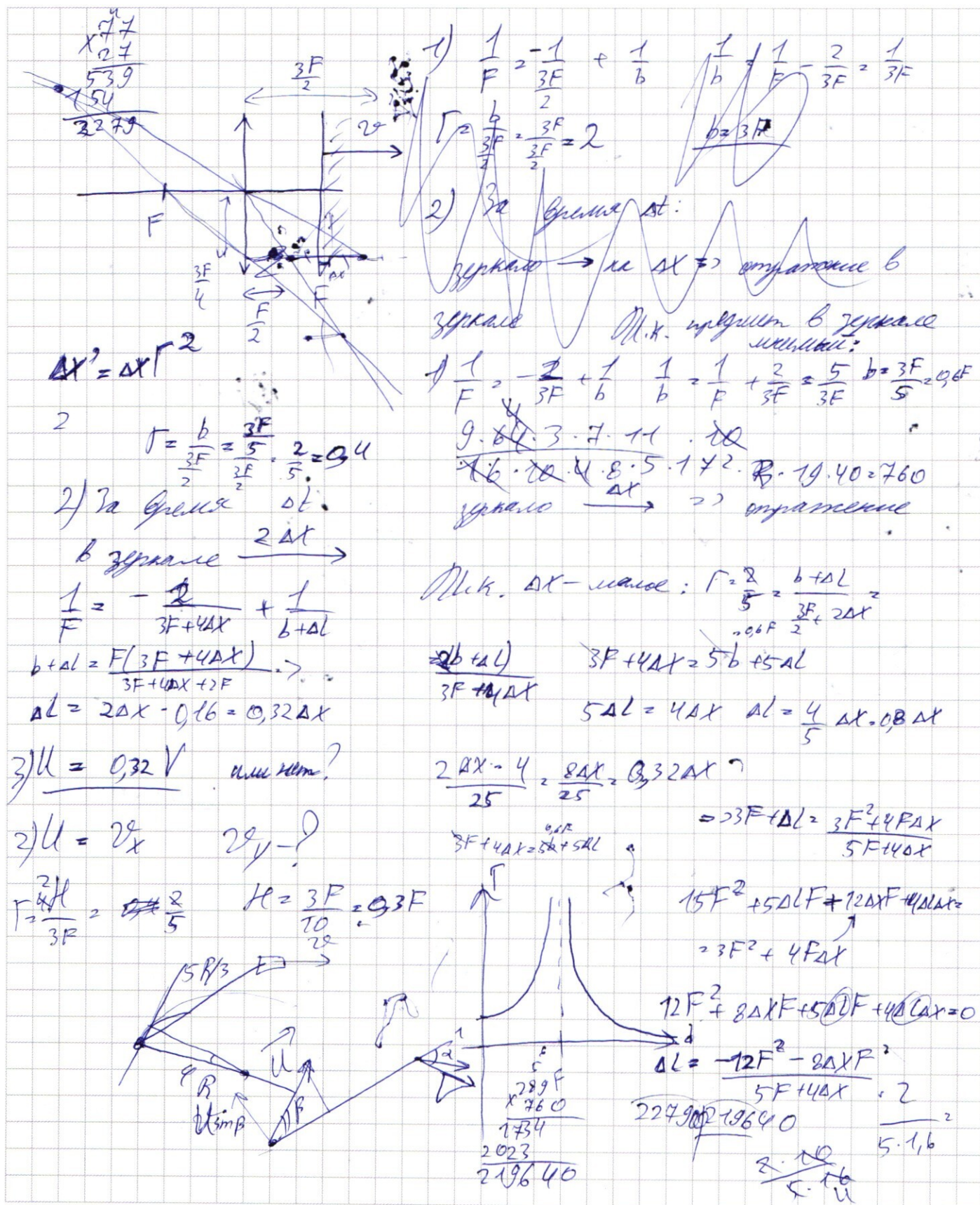
$$T = \frac{m \omega x^2}{x} = \frac{m U^2 \sin^2 \beta}{x} = \frac{m U^2 (1 - \cos^2 \beta)}{x}$$

№1 (продолжение)

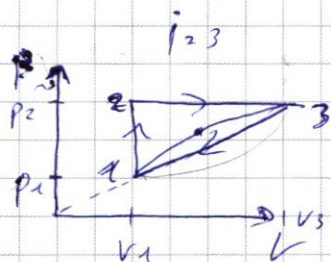
$$T = \frac{m U^2 (1 - \cos^2 \beta)}{X} = \frac{m U^2 (1 - \cos^2 \beta) \cdot 3 \cdot 77}{4 \cdot 8 \cdot 5 R} =$$
$$= \frac{75^2 \cdot \cancel{17}^{64} \cdot 3 \cdot 7 \cdot 17}{100^2 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 5 \cdot R \cdot 17^2} = \frac{2279}{17^2 \cdot 760} = \frac{2279}{219640} \approx 0,01 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $75 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 2) $77 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 3) $\approx 0,01 \text{ Н}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$(1-2): \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1}$$

$$A_{12} = \frac{i}{2} \int R(T_2 - T_1) = \frac{i}{2} \int R T_1 \frac{(p_2 - p_1)}{p_1} = Q$$

$$C_1 = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\frac{i}{2} \int R \Delta T}{\Delta T} = \frac{i}{2} R = 1,5R$$

$$(2-3): \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3} \quad \frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2} \quad A = p_2 (V_3 - V_2)$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \int R \Delta T = \frac{i}{2} \int R T_2 \left(\frac{V_3 - V_2}{V_2} \right)$$

$$Q = \Delta U + A = \int R T_3 - \int R T_2 + \frac{i}{2} \int R T_2 \left(\frac{V_3 - V_2}{V_2} \right) = \frac{i+2}{2} \int R T_2$$

$$= \frac{i+2}{2} \int R T_3 - \frac{i+2}{2} \int R T_2 = \frac{i+2}{2} \int R (T_3 - T_2)$$

$$C_2 = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\frac{i+2}{2} \int R \Delta T}{\Delta T} = \frac{i+2}{2} R = 2,5R \quad C_2 = C_1 + R$$

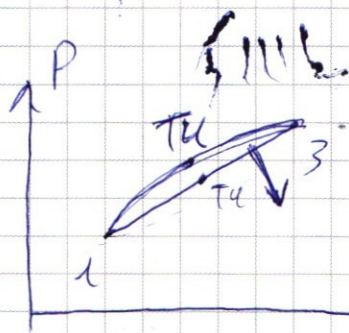
$$\frac{2 \int R \frac{i+2}{2} \int R (T_3 - T_2)}{A} = \frac{2,5 \int R (T_3 - T_2)}{\int R (T_3 - T_2)} = 2,5$$

$$3) (1-3): p \sim V$$

$$A = \frac{(V_3 - V_1) \cdot (p_2 - p_1)}{2}$$

раб. - ΔU - Q

1400	425
12750,32	
1250	



$Q_{пол.} = ?$ T_1 такую что:
 $k = 1 \pm \sqrt{1+15} = 5$ - 3

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} = k$$

$$\frac{p_4}{p_3} = \frac{V_4}{V_3} \quad \frac{p_1 + p_2}{2} (V_3 - V_2)$$

$$\frac{p_3 V_3}{T_3} = \frac{p_4 V_4}{T_4}$$

$$\frac{T_4}{T_3} = \frac{p_4 V_4}{p_3 V_3} = \frac{V_4^2}{V_3^2}$$

$$\int R (k-1) T_2 = (k^2 - k) \int R T_2$$

$$\frac{p_2 V_2}{T_3} = \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{T_1}{T_3} = k^2$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \int R (T_4 - T_3)$$

$$A = \frac{p_3 + p_4}{2} (V_4 - V_3)$$

$$Q_{34} = \Delta U - A = \frac{i}{2} \int R T_3 \left(\frac{V_4^2}{V_3^2} - 1 \right) < 0$$

$$\frac{Q}{m} = \gamma \cdot$$



$$E = \frac{|Q+Q|}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$\begin{array}{r} 484974 \\ -34 \quad 126 \quad 57 \quad 5 \\ \hline 144 \quad 57 \quad 5 \\ -136 \quad 89 \\ \hline \end{array}$$

$$F = \frac{Qq}{\epsilon_0 S} = ma \quad a = \frac{Qq}{\epsilon_0 Sm}$$

$$\frac{3d}{4} = 0 + \frac{aT^2}{2} = \frac{QqT^2}{2\epsilon_0 Sm}$$

$$1) \quad v_1 = 0 + aT =$$

$$\frac{QqT}{\epsilon_0 Sm} = \frac{3d}{2T^2} \cdot T = \frac{3d}{2T}$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{3d \cdot 2\epsilon_0 Sm}{4T^2} =$$

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

$$\varphi = U = E \cdot d$$

$$= \frac{3d}{2T^2} \cdot 40$$

$$\varphi_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4Q}{d} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{k \cdot 4Q}{d} - \frac{k \cdot 4Q}{3d} = \frac{4kQ \cdot 2}{3d} = \frac{8kQ}{3d}$$

$$\varphi_{\infty} = 0$$

$$q\varphi_A + 0 = 0 + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$mv_2^2 = 2q\varphi_A$$

$$v_2^2 = 2q\varphi_A = 2q \frac{8kQ}{3d}$$

$$9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-10} \cdot 388 \cdot 10^{-11}}{10.6 \cdot 10^{-11}} = \frac{1}{10.6 \cdot 10^{-11}}$$

$$\begin{aligned} \frac{1.7 \cdot 10^9}{10.6 \cdot 10^{-11}} &= \frac{8}{2T^2 \cdot 3d} \cdot k \cdot 4 \epsilon_0 S = \frac{8 \epsilon_0 S k}{T^2} \\ &= \frac{2 \cdot 8 \epsilon_0 S}{40 \epsilon_0 T^2} = \frac{2 S}{10 T^2} \end{aligned}$$

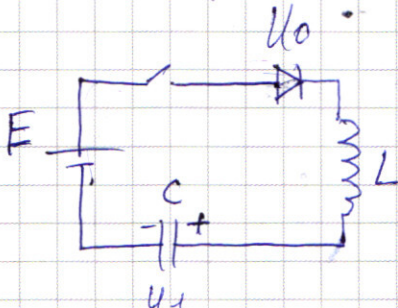
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2S}{10T^2}} \quad \frac{\sqrt{u}}{6}$$

$$|E_i| = E - U_1 - U_2 = 9 - 5 - 7 = 3V = 1I'$$

$$E - U_1 - E_i = U_0 / 0 \rightarrow 0$$

$$I' = \frac{3V}{0.1 \Omega} = 30A$$



$$E_i = E - U_1 = 4V = 1I'$$

$$U_0 = E - U_1 - E_i$$

$$2) \text{ максимальный, когда } I' = 0 \Rightarrow E_i = 0$$

$$LI_{max}^2 = L(U_1^2 - U_2^2)$$

$$E - U_k - E_i = U_0$$

$$U_k = E - U_0 = 8V$$

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{LI_{max}^2}{2} + \frac{CU_k^2}{2}$$

$$3) \text{ установившаяся: } E - U_0 - U_2 = 0 \quad U_2 = E - U_0 = 8V$$

$$H = \frac{K\mu^2}{\mu^2} \cdot k$$

$$H = \frac{K\mu \cdot \mu}{c^2}$$

$$k = \frac{K\mu \cdot \mu^3}{c^2 K\mu^2}$$

$$K\mu = \mu \cdot c^2 K\mu^2 \cdot \mu^2$$