

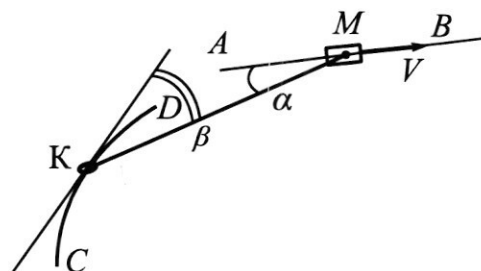
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

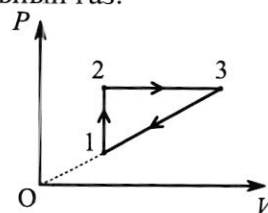
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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



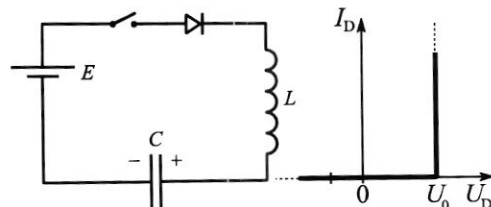
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица 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.

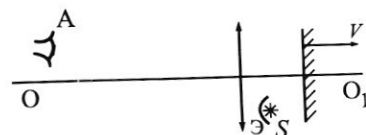
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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. Дано:

$$V = 68 \text{ см/с}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

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

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

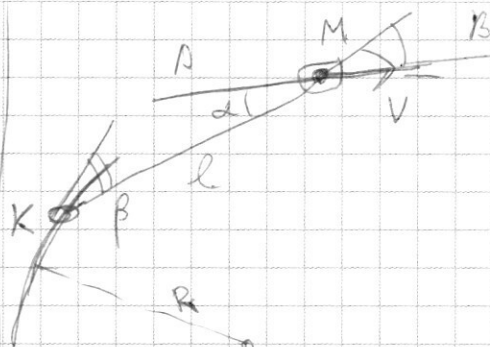
$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

1) u - ? (ск-ть, кал-ца)

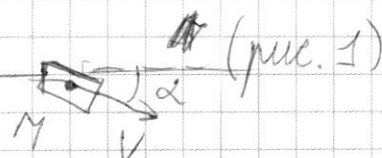
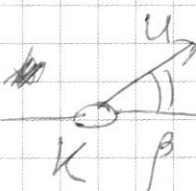
2) u отн. M - ?

3) T - ? (сила, к-та, к-т)



Решение:

1) Э.к. кинь не расставившись,
 $u \cdot \cos \beta = V \cdot \cos \alpha$



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

2) u отн. M - ?

$\angle(u; V) = \alpha + \beta$ (см. рис. 1). Отложим от M векторы $OK = u$ и $OB = V$.

Прямая OC проходит в углу $\angle BOK$ так, что $\angle BOC = \alpha$, $\angle KOC = \beta$. $OC \perp AB$.

Э.к. $V \cos \alpha = u \cos \beta$, то $AB \perp OC$ и B проектируются на OC в одну точку, то $AB \perp OC$.

$$\text{Тогда } u_{\text{отн. } M} = AB = AX + BX = u \cdot \sin \beta + V \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \sqrt{\frac{289 - 225}{17^2}} = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$u_{\text{mean}} = u_{\text{skin}} + V_{\text{skin}} = (75 \cdot \frac{3}{5} + 68 \cdot \frac{2}{17}) \text{ cm/c} = (45 + 32) \text{ cm/c} = 77 \text{ cm/c} = 0,77 \text{ m/c}$$

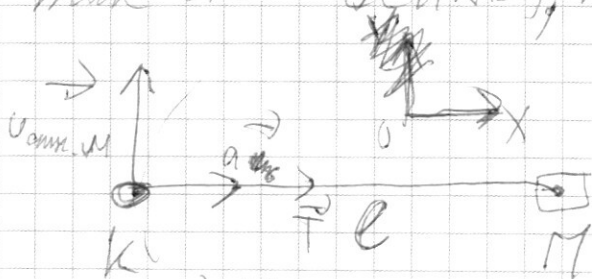
3) Введём порождающую

Boysen is full of wonder

$$u_{\text{comp}} M = u \ln \beta + V \ln \alpha = V \left(\frac{\rho \alpha \beta}{\alpha \beta} \ln \beta + \ln \alpha \right) = V (\ln \alpha + \rho \ln \beta)$$

3) Введем порывистую систему отсчета,
которой мы поставим на месте
^{соединение}
(учет 42) — разностное представление.

Заметим, что $AB \perp OC$ и KM (ОС и KM соединены
дугами), так что $OC \parallel KM$, то $AB \perp KM$



Ж. и. раскраски
от карбона до эоцена
не изменяется,

то $a \in \Pi$ для КМ (у кольца), $a \in \text{Центр. } M$ (приведет)
 это Π из Кольца: $\text{до } w(M, e)$

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

$$K_a OX: T = m a; \quad a = a_y = \frac{v_{\text{ann. in}}^2}{\cancel{0}} = \frac{v_{\text{ann. in}}^2}{\underline{5K}} = \frac{34 v_{\text{ann. in}}^2}{5R}$$

$$T = \frac{3 m v_{\text{rms}}^2}{5 R} = \frac{3 \cdot 91 \text{ u} \cdot 3.75^2 \text{ u}^2 \text{ s}^{-2}}{5 \cdot 1.9 \text{ u}} \approx 9.218 \text{ K}$$

Пример: 1) $u = 75 \text{ м/с}$, 2) $u_{\text{ампл.}} = 0,82 \text{ м/с}$

3) $T = 3018 \text{ K}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

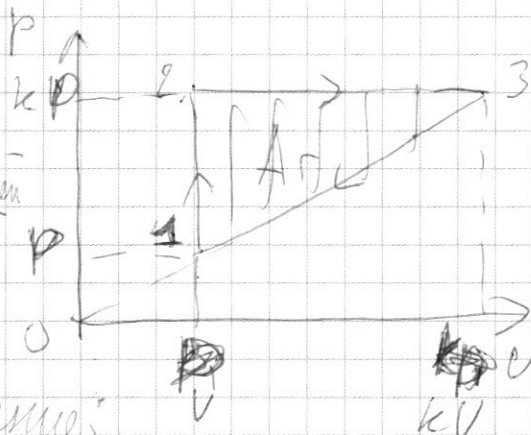
2. Dano:

Weg - gegenläufige Bewegung

1) Сип-У2 жет. меңделуу мааным
на герасимов с. и. бун-ел

2) Qp - 7

3) η -max



Решение:

1) $1 \rightarrow 2$: $P \uparrow$, $T = \frac{PV}{nR}$ $\uparrow$

2-3: $V \uparrow$, $T = \frac{PV}{nR} \uparrow$

3 → 1: $P \downarrow, V \downarrow, T = \frac{PV}{R} \downarrow$

П.к. раз сжимаемости, то $C_v = \frac{3}{2}$, $\sqrt{\frac{5}{2}}$

$$C_p = C_v + R = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{2 \rightarrow 3}}{C_{4 \rightarrow 2}} = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$$

$$2) Q_p = \cancel{500} C_p \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$A_{f(p)} = p_3 V_3 - p_2 V_2 = p V_3 - p V_2 = DR \Delta T_{23}$$

$$A_r = \frac{1}{2}(V_3 - V_2) \cdot (P_2 - P_1) =$$

$$\frac{Q_p}{\Delta T(p)} = \frac{5}{2}$$

2) $\frac{Q_V + Q_R}{A_r(p)} = \frac{Q_V + Q_R}{A_r(z)}$

3) По условию

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} = k \quad (k > 1)$$

Масса $\Delta T_{12} = \frac{V_1(P_2 - P_1)}{1} = \frac{V_1 P_1 (k-1)}{\partial R}$

$$\Delta T_{23} = \frac{P_2(V_3 - V_2)}{\partial R} = \frac{k P_1 V_2 (k-1)}{\partial R} = \frac{k P_1 V_1 (k-1)}{\partial R} = k \Delta T_{12}$$

$$\frac{Q_{23}}{Q_{12}} = \frac{C_{23} \Delta T_{23}}{C_{12} \Delta T_{12}} = \frac{5}{3} k$$

$$Q_{12} = V_1(P_2 - P_1) = P_1 V_1 (k-1); A_F = \frac{1}{2}(P_2 - P_1)(V_3 - V_2) = \frac{1}{2} P_1 V_1 (k-1)^2$$

$$\frac{1}{\eta} = \frac{Q_{12} + Q_{23}}{A_F} = \frac{Q_{12} (1 + \frac{5}{3} k)}{\frac{1}{2} P_1 V_1 (k-1)^2} = \frac{P_1 V_1 (k-1) (1 + \frac{5}{3} k)}{\frac{1}{2} P_1 V_1 (k-1)^2} = \frac{1 + \frac{5}{3} k}{\frac{1}{2} (k-1)}$$

$$= \frac{6 + 10k}{3k - 3} = \frac{10(k-1) + 10 + 6}{3(k-1)} = \frac{10}{3} + \frac{16}{3(k-1)}$$

~~η пред. возм. макс. при k → ∞~~

Заметим, что $k \uparrow \rightarrow \frac{1}{\eta} \downarrow \rightarrow \eta \uparrow$, масса пред. возм. макс. при $k \rightarrow \infty$

$$\eta_{\max} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{1}{\eta} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{10}{3} + \frac{16}{3(k-1)} = \frac{3}{10}$$

- Ответ: 1) $\frac{5}{3}$
2) $\frac{5}{2}$
3) 30%

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. Даны:

$$cl \leq 55$$

$\vec{I} - \text{от } I \text{ к } II$

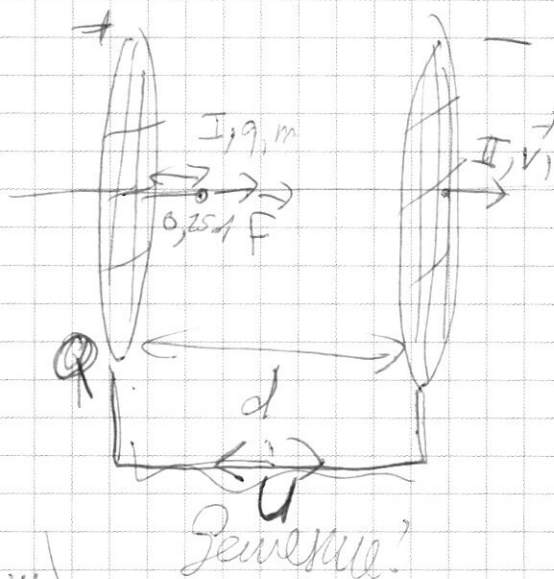
$$v_0 = 0$$

$$\frac{q}{m} = \gamma (q > 0)$$

$$1) V_1 = ?$$

$$2) Q = ?$$

$$3) v_2 = ? \text{ (на эквипот. раз-ии)}$$



$$1) \text{ ~~} \frac{q}{m} \frac{1}{T^2} \cdot 0.75d = S = \frac{q T^2}{2} \cdot \frac{1.5d}{T^2} = q \cdot \frac{1.5d}{T^2} = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = \gamma E~~$$

$$\frac{1.5d}{T^2} = \gamma$$

$$v = a T = \frac{1.5d}{T}$$

$$2) \frac{1.5d}{T^2} = a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = \gamma E, E = \frac{1.5d}{T^2 \gamma}$$

$$U = Ed = \frac{1.5d^2}{T^2 \gamma}$$

$$Q = cU = \frac{1.5d^2}{\gamma T^2} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} = \frac{1.5d S \epsilon_0}{\gamma T^2}$$

3)

ответ: 1) $\frac{1.5d}{T}$, 2) $\frac{1.5d S \epsilon_0}{\gamma T^2}$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 18
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4. Дано:

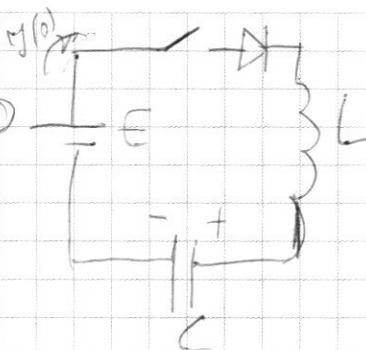
$$E = 9 \text{ В} \quad C = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}, \quad L = 0,1 \text{ Гн}$$

1) $i(t)$?

2) i_{max} ?

3) U_2 ?



Решение:

Рассмотрим в цепи колебательного контура

$$1) \quad q = q_{\text{max}} \cos(\omega t + \varphi_0), \quad \omega = \sqrt{LC}$$

$$\text{Зная } q_{\text{max}}, \quad U_C = E, \quad q_{\text{max}} = CE$$

$$q(0) = q_{\text{max}} \cos(\varphi_0) = CE \cos(\varphi_0)$$

$$i(0) = \dot{q}(0) = -\omega q(0) = -\omega CE \cos(\varphi_0)$$

$$q(0) = CE \cos(\varphi_0) = CE \cos(\varphi_0) \cdot \cos \varphi_0 = \frac{U_1}{E}$$

$\varphi_0 = \arccos\left(\frac{U_1}{E}\right)$. Скорее всего, в условии задачи

$$|i(0)| = |\dot{q}(0)| = \omega CE \cos(\varphi_0) = \omega CE \cdot \frac{U_1}{E} = \omega C U_1$$

$$i(0) = -\omega^2 q(0) = -LC \cdot C U_1 = -LC^2 U_1$$

$$= -0,1 \text{ Гн} \cdot 40^2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}^2 \cdot 25 \text{ В}^2 =$$

$$= -10^{-3} \cdot (40 \cdot 5)^2 \frac{\text{А}}{\text{с}} = -10^{-3} \cdot 40000 \frac{\text{А}}{\text{с}} = -40 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) Если замкнем ключи, то ток потечет в направлении, противоположном тому, что было в цепи до замыкания ключей.

$$i(0) = -q_{\text{max}} \sin(\omega t + \varphi_0) > 0, \quad \sin(\varphi_0) < 0, \quad \text{то}$$

$$\varphi_0 = \arccos\left(\frac{U_1}{E}\right) \quad \varphi_0 = \arccos\left(\frac{U_1}{E}\right)$$

$$\begin{aligned} i'(0) &= -\omega^2 q(0) = -LC q(0) = -LC^2 U_1 = \\ &= -0,1 \text{ Гн} \cdot 40^2 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}^2 \cdot 25 \text{ В} = \\ &= -10^{-11} \cdot 20^2 \frac{\text{А}}{\text{С}} = -4 \cdot 10^{-9} \frac{\text{А}}{\text{С}} \end{aligned}$$

$$2) \quad i(t) = q'(t) = -q_{\max} \omega \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (\text{так как } U_1 \leq U_0)$$

$$U_D = E - U_C = E - \frac{q(t)}{C} = E - \frac{q_{\max}}{C} U_{\max}$$

$$= E(1 - \cos(\omega t + \varphi_0)) \geq U_0 \quad \text{где } U_0 \text{ — напряжение}$$

тока через змк (при $t=0$ ток = 0)

$$\cos(\omega t + \varphi_0) \leq 1 - \frac{U_0}{E} = \frac{8}{9}, \text{ т.е. когда } t =$$

$$i(t) = -q_{\max} \omega \sin(\omega t + \varphi_0) \quad \text{где } \sin(\omega t + \varphi_0) = \frac{8}{9}$$

$$|\sin(\omega t + \varphi_0)| \leq \frac{8}{9}$$

тогда $i(t)$ будет

$$i(0) = -q_{\max} \omega \sin(\omega \cdot 0 + \varphi_0) > 0, \text{ то } \sin \varphi_0 < 0,$$

то $\varphi_0 = -\arccos\left(\frac{U_1}{E}\right)$ (так как измерят к + сдвинуто
покр-ра).

$$\text{Пока } \cos(\omega t + \varphi_0) \text{ уб-ет от } \frac{U_1}{E} \text{ до } \frac{8}{9} \left(\frac{U_1}{E} = \frac{8}{9} \right)$$

$$\text{то } i \downarrow, \text{ т.е. } i_{\max} = i(0) = -q_{\max} \omega \sin \varphi_0 = C E \sqrt{1 - \frac{25}{81}}$$

$$\text{Омметр } i(0) = 4 \cdot 10^{-9} \frac{\text{А}}{\text{С}}$$

2)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5. Дано:

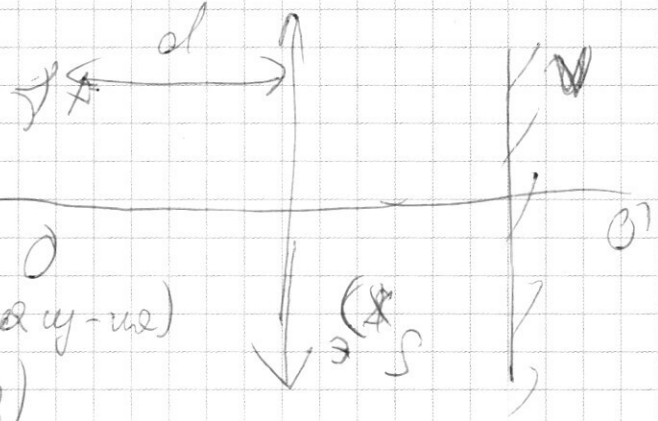
$$r_{\text{от } S \text{ до линзы}} = \frac{F}{2}$$

$$r_{\text{от } S \text{ до } O_1} = \frac{3F}{4}$$

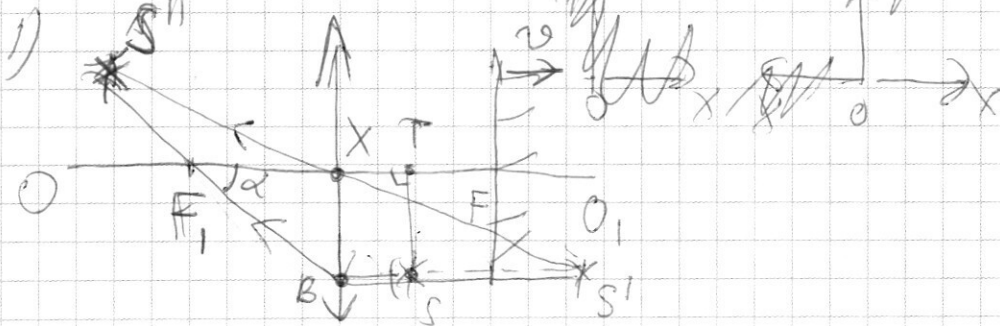
1) α - ? (вспомогат. - и 0)

2) α - ? (вспомогат. - и 0)

3) α - ? (вспомогат. - и 0)



Решение:



S' - центр - и S в зеркале.

$$r_{S'}(линза) \quad r_{\text{от } S' \text{ до линзы}} = 2F - r_{\text{от } S \text{ до линзы}} = \frac{3}{2}F$$

П.к. линза собирающая и $r_{\text{от } S' \text{ до линзы}} > F$,

то S'' - центр. S' после преломления в линзе

$$\text{режет - ко } \frac{1}{r_{S''} \text{ до линзы}} + \frac{1}{r_{S'} \text{ до линзы}} = \frac{1}{F} \quad (\text{так как } r = r' \text{ до линзы})$$

$$r_{S''} \text{ до линзы} = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{\frac{3}{2}F}} = \frac{F}{1 - \frac{2}{3}} = 3F$$

$$\frac{\Delta r_{S''} \text{ до линзы}}{\Delta t} = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{r'} \right)' = \frac{\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{r'} \right)'}{\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{r'} \right)^2} = \frac{\frac{1}{r'^2} \cdot \frac{\Delta r'}{\Delta t}}{\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{r'} \right)^2} = \frac{\Delta r'}{\Delta t} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{r'} \right)^2}$$

$$\dots \frac{1}{\left(\frac{p'}{F} - 1\right)^2} = \frac{\frac{1}{p'^2}}{\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{p'}\right)^2} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta t} = \frac{1}{\left(\frac{p'}{F} - 1\right)^2} \cdot 2 \cdot \dots$$

2) Задаем, что луч из S' , перпендикулярный опти-
ческой оси, проходит с другой стороны через
фокус F . По преломленной луче находим
 S'' , тогда $\angle = \angle BF, X$; $\operatorname{tg} \alpha = \frac{SF}{XF} = \frac{3F/4}{F} = \frac{3}{4}$

$$3) \operatorname{tg} \alpha = \left| \frac{v_y}{v_x} \right|; v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = |v_x| \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha};$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{p'}{F} - 1\right)^2} \cdot \sqrt{1 + \frac{SF^2}{S'^2}} = \frac{1}{\left(\frac{p'}{F} - 1\right)^2} \cdot \sqrt{1 + \frac{9}{16}} = \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{\left(\frac{3}{2} - 1\right)^2} =$$

$$= \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 5 \quad (v - \text{скорость до и до})$$

$$|v_x| = \left| - \frac{\Delta \text{пот } S'' \text{ за время}}{\Delta t} \right| = \left| \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{p'} \right)' \right| =$$

$$= \left| - \frac{\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{p'} \right)}{\Delta t} \right| = \left| \frac{\frac{1}{p'^2}}{\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{p'} \right)^2} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta t} \right| =$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{p'}{F} - 1\right)^2} \cdot \frac{\Delta \left(2 \text{ пот зеркала} - \text{элемент } \text{пот } S' \text{ и } S'' \right)}{\Delta t} =$$

$$= \frac{2V}{\left(\frac{p'}{F} - 1\right)^2}$$

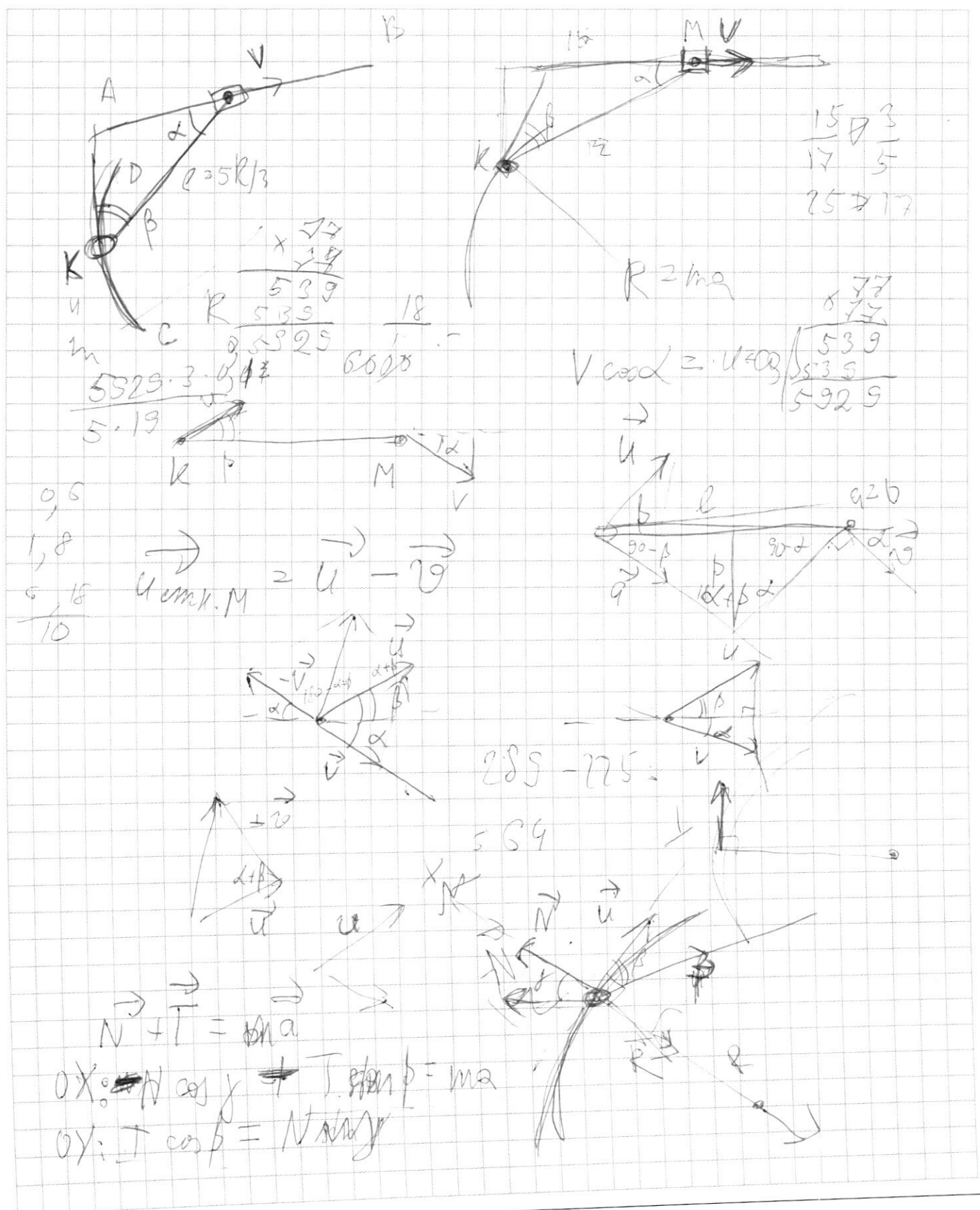
$$v = \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \cdot \frac{2V}{\left(\frac{p'}{F} - 1\right)^2} = \sqrt{1 + \frac{9}{16}} \cdot \frac{2V}{\left(\frac{3}{2} - 1\right)^2} =$$

$$= \frac{5}{4} \cdot \frac{2V}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 10V. \text{ Ответ: } 1) 3F$$

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

$$3) 10V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$F = \frac{kq^2}{r^2 + d^2} \cdot k$$

$$C_p = \frac{Q}{V} + R \quad q = CV$$

используем уравнение

$$Q = \frac{dU}{dt} + A_{\text{вн}} =$$

$$= \frac{3}{2} DR \Delta T = 0$$

$$C_p = \frac{3}{2} R$$

$$F = \frac{U}{d} = \frac{q}{Cd} \quad C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{q}{\epsilon_0 S}$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{вн}}}{Q_{\text{пол}}}$$

$$q = \epsilon_0 E S$$

$$E =$$

$$\frac{\epsilon_0 E d}{S}$$

$$Q = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\epsilon_0 E d S}{S} \right) = \epsilon_0 E d \frac{dE}{dt}$$

$$kqQ \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{(r+d)^2} \right) = A_{\text{вн}} = \frac{1}{2} p_{12} \cdot k(k-1)^2$$

$$= \frac{d^2 + 2rd}{r^2(r+d)^2} S$$

$$\propto \frac{1}{k^2 d}$$

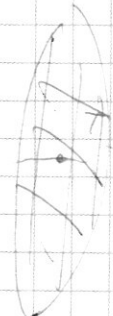
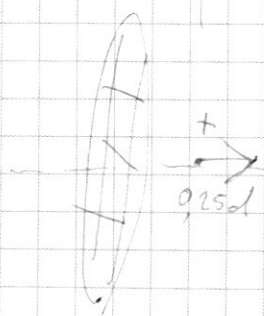
$$\frac{S}{\epsilon_0 S}$$

$$E = \frac{q}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{5}{2} DR \Delta T_{23} + \frac{3}{2} DR \Delta T_{12} = DR \Delta T_{23} \left(\frac{5}{2} + \frac{3}{2} \cdot \frac{\Delta T_{12}}{\Delta T_{23}} \right)$$

$$A_{\text{вн}} = \frac{1}{2} p_{12} \cdot \Delta p_{12} =$$

+



$$\frac{p_{12} \Delta V_{23}}{2} = DR \Delta T_{23}$$

$$\Delta V_{23} = \frac{DR \Delta T_{23}}{p_{12}}$$

$$\Delta T_{12} = \frac{V_1 \Delta p_{12}}{DR}$$

$$\frac{V_1 \Delta p_{12}}{p_{12} \Delta V_{23}} =$$

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

$$\frac{q}{\epsilon_0 S} = E$$

$$E = E q =$$

=

q =

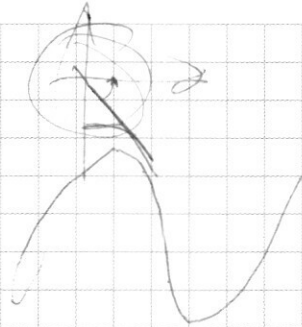
$$q = \frac{F}{m} = \frac{\epsilon_0 q}{m} = \delta E =$$

$$E = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\epsilon_0 E d S}{S} \right) = \epsilon_0 E d \frac{dE}{dt}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.





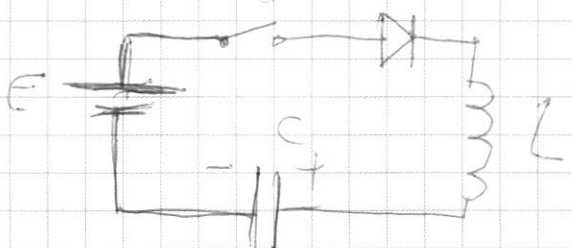
$q = \cos(\omega t + \varphi)$
 $i = -\omega \sin(\omega t + \varphi)$
 $q(0) = 0$

$U = E$
 $U_0 = E - U_C$
 $E = \frac{q}{C}$
 $L = \frac{E}{\omega^2}$
 $q_{max} = CE$

$x = \cos(\omega t)$
 $x' = -\omega \sin(\omega t)$
 $x'' = -\omega^2 \cos(\omega t) = -\omega^2 x$
 $x' = -\omega^2 x$

$q'' = -\cos(\omega t + \varphi)$
 $q = \cos(\omega t + \varphi)$
 $i = i_{max} \sin(\omega t)$

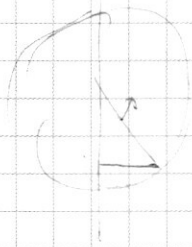
$C = \frac{q^2}{2U}$
 $T = 2\pi \sqrt{LC}$



$const = \frac{L i^2}{2} + \frac{C U^2}{2}$
 $= \frac{L i^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = q'^2 \cdot \frac{L}{2} + q^2 \frac{1}{2C}$

$0 = L q'' + \frac{q}{C}$
 $0 = L q'' + \frac{1}{C} q$
 $q = -C L q''$

4.



$$1 - \frac{v_{\text{ср}}}{v} = 1 - \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$$



5.

