

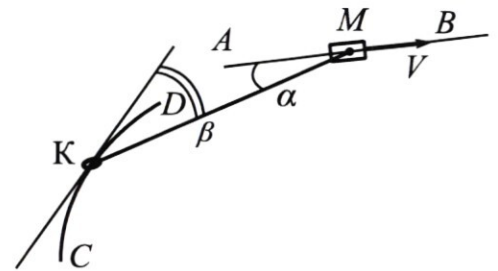
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-01

Класс 11

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.



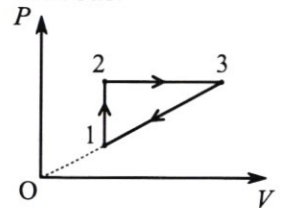
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

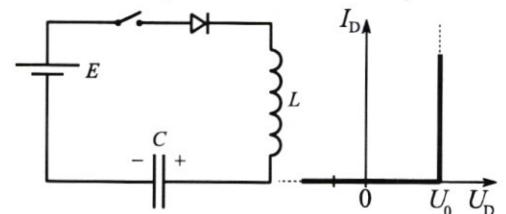
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

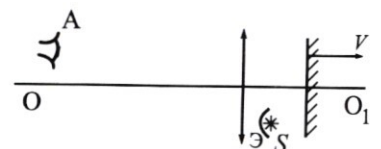


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

$$V = 68 \text{ см/с}$$

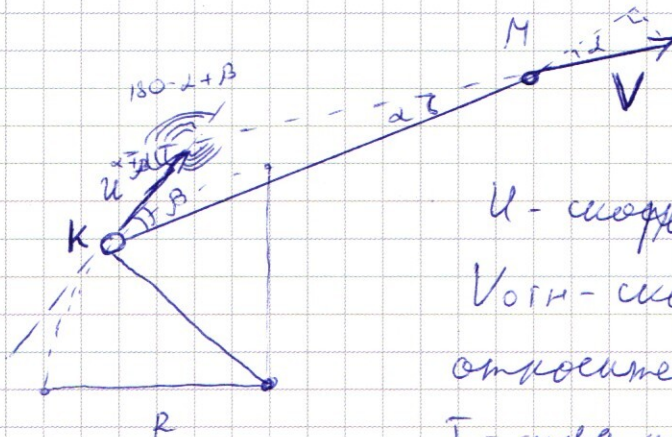
$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ см}$$

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

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

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



u - скорость кольца

$V_{отн}$ - скорость кольца
относительно муфты

T - сила натяжения нити

Кольцо движется по касательной к
окружности, следовательно

а) $u = ?$

б) $V_{отн} = ?$

в) $T = ?$

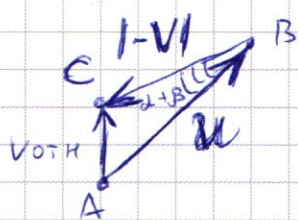
а) Так как нить нерастяжима, то
проекция скорости кольца u
муфты на нить равна.

Значит: $V \cdot \cos \alpha = u \cdot \cos \beta$

$$u = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 68 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} = 75 \text{ (см/с)} = 0,75 \text{ (м/с)}$$

б) Переидем в систему отсчета, связанную с
муфтой

Теперь кольцо движется со скоростью $V_{отн}$,
~~которая направлена в результате сложения~~



Угол между направлением
скорости u и V равен сумме
углов между направлениями
этих скоростей и нитью

$$\angle ABC = \alpha + \beta$$

По осн. теор. косинусов.

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{8}{17} \quad \left(\begin{array}{l} 90^\circ > \alpha > 0 \\ 90^\circ > \beta > 0 \end{array} \right)$$

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

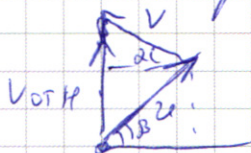
$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= \frac{12}{17.5} - \frac{36}{85}$$

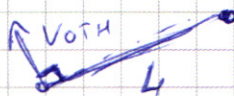
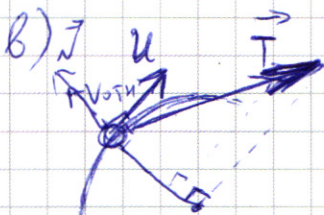
По т. косинусов для $\triangle ABC$

$$(V_{отн})^2 = u^2 + v^2 - 2u \cdot v \cdot \cos(\alpha + \beta) = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{36}{85}$$

Поскольку проекция скоростей на нить одинаковы, то рассматривать следует только перпендикулярные нити составляющие этих скоростей, из которых и будет складываться $V_{отн}$



$$V_{отн} = u \cdot \sin \beta + v \sin \alpha = 77 \text{ (см/с)}$$



~~Поскольку мы находимся в системе отсчета, связанной с муфтой, муфта~~

~~то можно рассматривать движение ~~кабеля~~ как движение по окружности с центром в точке нахождения ~~муфты~~ ^{кабеля}. При этом ~~кабеля~~ ^{муфта} движение таково скоростью $V_{отн}$~~

~~Сила реакции опоры $\perp$ перпендикулярна~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

в) Заметим, что $\frac{R}{L} = \frac{3}{4} = \sin \beta$

По 2-й з. Кнута

$ma = T - N \sin \beta$, где a - ускорение
кольца; $N \sin \beta$ - проекция силы реакции опоры на
ось, совпадающую с касательной.

$ma_y = T \sin \beta - N$, где a_y - центростремительное
ускорение кольца; $T \sin \beta$ - проекция T на
радиус, соединяющий кольцо и центр окр.

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

$$a_y = a \cdot \tan \beta \Rightarrow a = \frac{a_y}{\tan \beta}$$

$$m \frac{v^2}{R} \frac{1}{\tan \beta} = T - (T \sin \beta - m \frac{v^2}{R})$$

$$\tan \beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \frac{3}{4}$$

$$T \approx 0,18 \text{ Н}$$

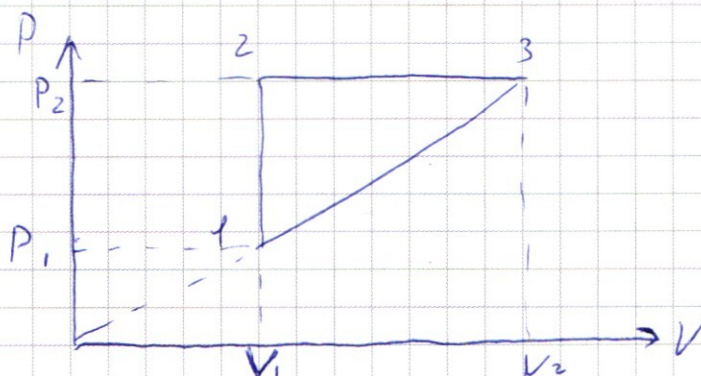
Ответ: а) $v = 75 \text{ м/с}$; б) $v_{\text{огр}} = 77 \text{ м/с}$; в) $T = 0,18 \text{ Н}$

✓ 2

а) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$

б) $\frac{Q_{23}}{A_{23}}$

в) $\eta_{\text{max}} = ?$



а) Так как уравнение 1-3 является пропорциональным
однородным ($P = kV$), то $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$

$$C_0 = \frac{Q}{V \Delta T}$$

По ур. сохранения энергии

$$P V = V R T \Rightarrow \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{R}$$

$$C_V = \frac{Q}{P_2 V_2 - P_1 V_1}$$

$$Q = A + \Delta U$$

$Q_{12}; Q_{23}$ - количество
тепла

A_{12} - работа в

процессе 1-2

A_{23} - работа в

процессе 2-3

$\Delta U_{12}; \Delta U_{23}$ - измен.

внутр. эи.

$$Q_{12} = 0 + \Delta U_{12} = \frac{3}{2} V R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} P_1 V_1 \left(\frac{P_2 - P_1}{P_1} \right) = \frac{3}{2} (P_2 - P_1) V_1$$

$$V \Delta T_{12} = \frac{(P_2 - P_1) V_1}{R}$$

$$\Delta T_{12}; \Delta T_{23}$$

изм. темп.

и кол-во в-ва

$$C_{12} = \frac{\frac{3}{2} (P_2 - P_1) V_1}{(P_2 - P_1) V_1} \cdot R = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \frac{5}{2} P_2 (V_2 - V_1)$$

$$V \Delta T_{23} = \frac{P_2 (V_2 - V_1)}{R}$$

$$C_{23} = \frac{\frac{5}{2} P_2 (V_2 - V_1)}{P_2 (V_2 - V_1)} \cdot R = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} = 0,6$$

Уравнения записанные
уравнения следует, что

$\frac{T_3}{T_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2$, это означает, что
в процессе 3-1 температура
постоянна

д)

$$Q_{23} = \frac{5}{2} P_2 (V_2 - V_1)$$

$$A_{23} = P_2 \cdot (V_2 - V_1)$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} P_2 (V_2 - V_1)}{P_2 (V_2 - V_1)} = \frac{5}{2}$$

$$\begin{aligned} \text{б) } \eta &= \frac{A}{Q} = \frac{\frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1)}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1)}{\frac{3}{2} P_2 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (P_2 - P_1) V_1} \\ &= \frac{(k V_2 - k V_1) (V_2 - V_1)}{5 k V_2 (V_2 - V_1) + 3 k (V_2 - V_1) V_1} = \frac{V_2 - V_1}{5 V_2 + 3 V_1} \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{V_2 - V_1}{5V_2 + 3V_1} = \frac{V_2}{5V_2 + 3V_1} - \frac{V_1}{5V_2 + 3V_1}$$

н. у. 0 $V_2 \geq V_1 \geq 0$

Пусть V_1 - пост. величина

$$\eta' = \frac{5V_2 + 3V_1 - V_2 \cdot 5}{(5V_2 + 3V_1)^2} = \frac{5}{(5V_2 + 3V_1)^2} =$$

$$\eta' = \frac{5V_2 + 3V_1 - (V_2 - V_1) \cdot 5}{(5V_2 + 3V_1)^2} = 0$$

$$\eta' = + \frac{8V_1}{(5V_2 + 3V_1)^2} > 0$$

$$5V_2 + 3V_1 - 5V_2 - 5V_1 = 0$$

$$V_1 = 0$$

$$\eta_n = \frac{V_2}{5V_2} = \frac{1}{5} \text{ или } \eta_n = \frac{100\%}{5} = 20\%$$

Ответ: а) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = 0,6$ б) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$ в) $\eta_n = 20\%$

✓

$C = 40 \text{ нФ}$

$U_1 = 5 \text{ В}$

$E = 9 \text{ В}$

$U_0 = 1 \text{ В}$

$L = 0,1 \text{ Гн}$

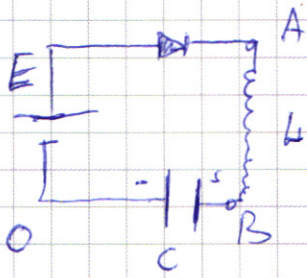
а) $I_{\text{max}} = ?$

б) $U_2 = ?$

а) Сразу после замыкания ключа, на катушке создается напряжение, равное по модулю разности потенциалов с двух сторон у катушки (дискотека, м.к. $(E - U_1 > U_0)$)

П.к. U_0 - постоянная величина, то

потенциал точки ~~после~~ А будет равен $E - U_0 = 8 \text{ В} = \varphi_B$



Тогда с одной стороны в точке В будет потенциал $\varphi_B = 5$, тогда с другой стороны от конденсатора - 0, а с другой стороны

источника - E

$$U = L I'$$

$$q = C U$$

$$\varphi_A - \varphi_B = L I'$$

$$I' = \frac{\varphi_A - \varphi_B}{L} = \frac{3}{0.1} = 30 \left(\frac{\text{А}}{\text{с}} \right)$$

д) I_{max} достигается при $I' = 0$, т.е. $\varphi_A = \varphi_B$

По з. Кирхгофа:

$E = U_0 + U_L + U_C$, где U_L - напряжение на катушке U_C - на конденсаторе (при I_{max})

$$U_C = E - U_0 = 8 \text{ В} = \frac{q}{C} + U_1, \text{ где } q - \text{заряд,}$$

прошедший через цепь

$$q = 3 C = 12 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$\varphi_B = \frac{q}{C} + U_1$$

$$I' = \frac{\varphi_A - \frac{q}{C} - U_1}{L} = 0$$

$$I = \frac{q}{L}$$

$$I = \frac{3t - \frac{q t^2}{2C} - U_1 L}{L}$$

$$I = \int_0^t \frac{3}{L} - \frac{q t}{C} =$$

$$= \frac{3}{0.1} t - \frac{I t^2}{C} = \frac{q}{t}$$

$$I = 12 \cdot 10^{-5} \text{ А}$$

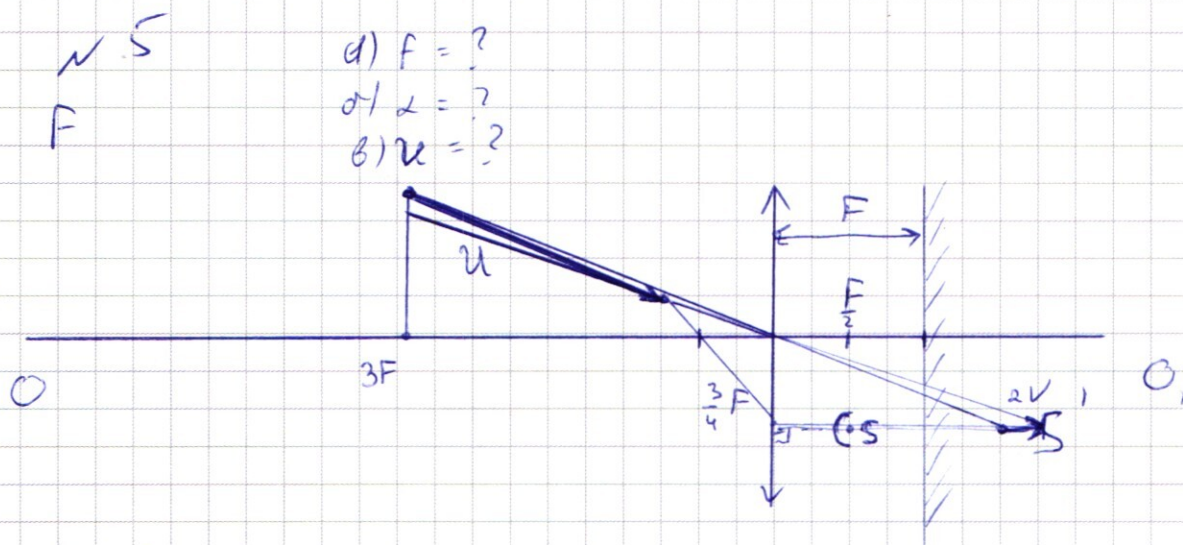
$$30 t^2 - \frac{q t}{4 \cdot 10^{-6}} = q \approx 0$$

$$30 t^2 - 3 t \approx 0$$

$$t \approx 0 \text{ с}, \quad t \approx \frac{1}{10} \text{ с}$$

Ответ: А) $I' = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$
 д) $I_{\text{max}} = 12 \cdot 10^{-5} \text{ А}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



а) Свет от источника можно заменить светом от мнимого источника, S' , находящегося симметрично S отн. зеркала.
расст. от S до зеркала $F - \frac{F}{2} = \frac{F}{2}$

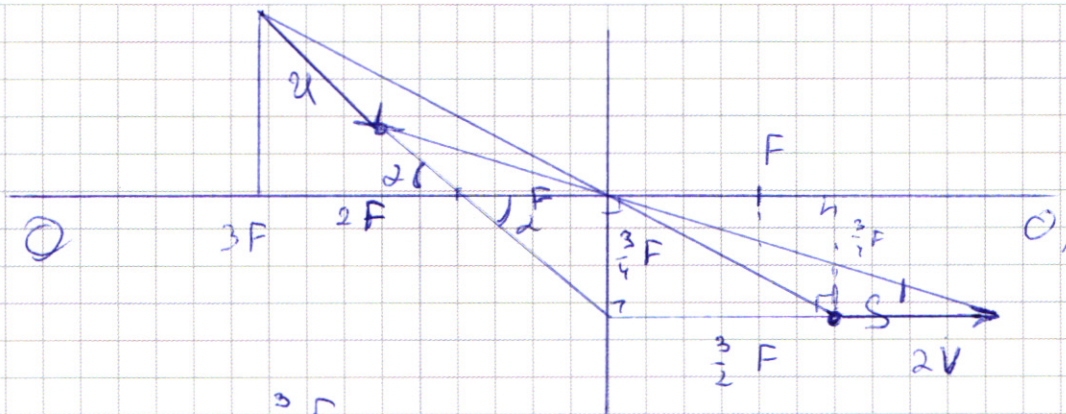
Расстояние от S' до линзы: $F + \frac{F}{2} = \frac{3}{2}F$

Воспользуемся формулой для тонкой линзы

$$\frac{1}{F} + \frac{1}{\frac{3}{2}F} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{F} + \frac{2}{3F} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 3F$$

f - расстояние до изображения источника

б) п.ж. зеркало движется со скоростью V ,
то мнимый источник движется со
скоростью $2V$ (это можно док. пере. отн.
движения)



$$\tan \alpha = \frac{\frac{3}{4}F}{F} = \frac{3}{4}$$

$$\alpha = \arctan \frac{3}{4}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} = \frac{4}{5}$$

$$b) \frac{1}{F} = \frac{1}{3F - y \cos \alpha} + \frac{1}{\frac{3}{2}F + 2x}$$

x, y — координаты
центра масс
системы и
удерживающего

$$0 = +U \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{(3F - y \frac{4}{5})^2} - 2V \cdot \frac{1}{(\frac{3}{2}F + 2x)^2}$$

$$0 \approx x; y \approx 0$$

$$U \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{9F^2} = 2V \cdot \frac{1}{9F^2}$$

U — скорость удара

α — угол наклона скорости удара
к ОО.

$$U = 10V$$

$$\text{Ответ: а) } F = 3F; \text{ б) } \alpha = \arctan \frac{3}{4}; \text{ в) } U = 10V$$

U_3

а)

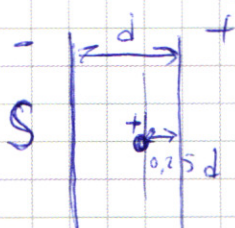
$$\Delta W = |AE_k|$$

ΔW — изменение энергии, E_k — кинетическая энергия

$$|\Delta W| = |U \cdot q|$$

$$|E_k| = \frac{mV_1^2}{2}$$

U — напряжение источника тока; V_1 — конечная скорость



$$V_1 = \sqrt{\frac{2Uq}{m}}$$

q — заряд частицы

$$V_1 = \sqrt{\frac{2Uq}{m}} = \sqrt{\frac{2CE \cdot 0.75d \cdot q}{m}}$$

$$C = Q/U = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

☐ черновик ☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №8

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U = Ed \quad \text{То есть 3. По формуле} \quad q = \frac{V_k - V_0}{t}$$

$$F = \cancel{k} \cdot \cancel{q} \quad q \cdot E = ma = m \frac{V_1}{t}$$

$$V_1 = \frac{qE}{m} \cdot T = \sqrt{2CE \cdot 0,75d} \quad \text{f}$$

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

$$\frac{q^2 E^2}{m^2} T^2 = 2CE \cdot 0,75d \quad \text{f}$$

$$E = \frac{0,75d \cdot 2C \cdot m^2}{q^2} = \frac{1,5 C d m^2}{q^2}$$

$$V_1 = T \cdot \frac{1,5d \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \cdot m^2 \cdot q}{q^2} = \frac{1,5T \cdot \epsilon \epsilon_0 S \cdot m^2}{q} \quad \text{f}$$

$$Q = CU = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \cdot U = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \cdot \frac{1,5 C d m^2}{q^2} \cdot d =$$

$$= \epsilon \epsilon_0 S \cdot 1,5 \frac{C d m^2}{q^2} = 1,5 \epsilon \epsilon_0 S \cdot \frac{C d}{j^2}$$

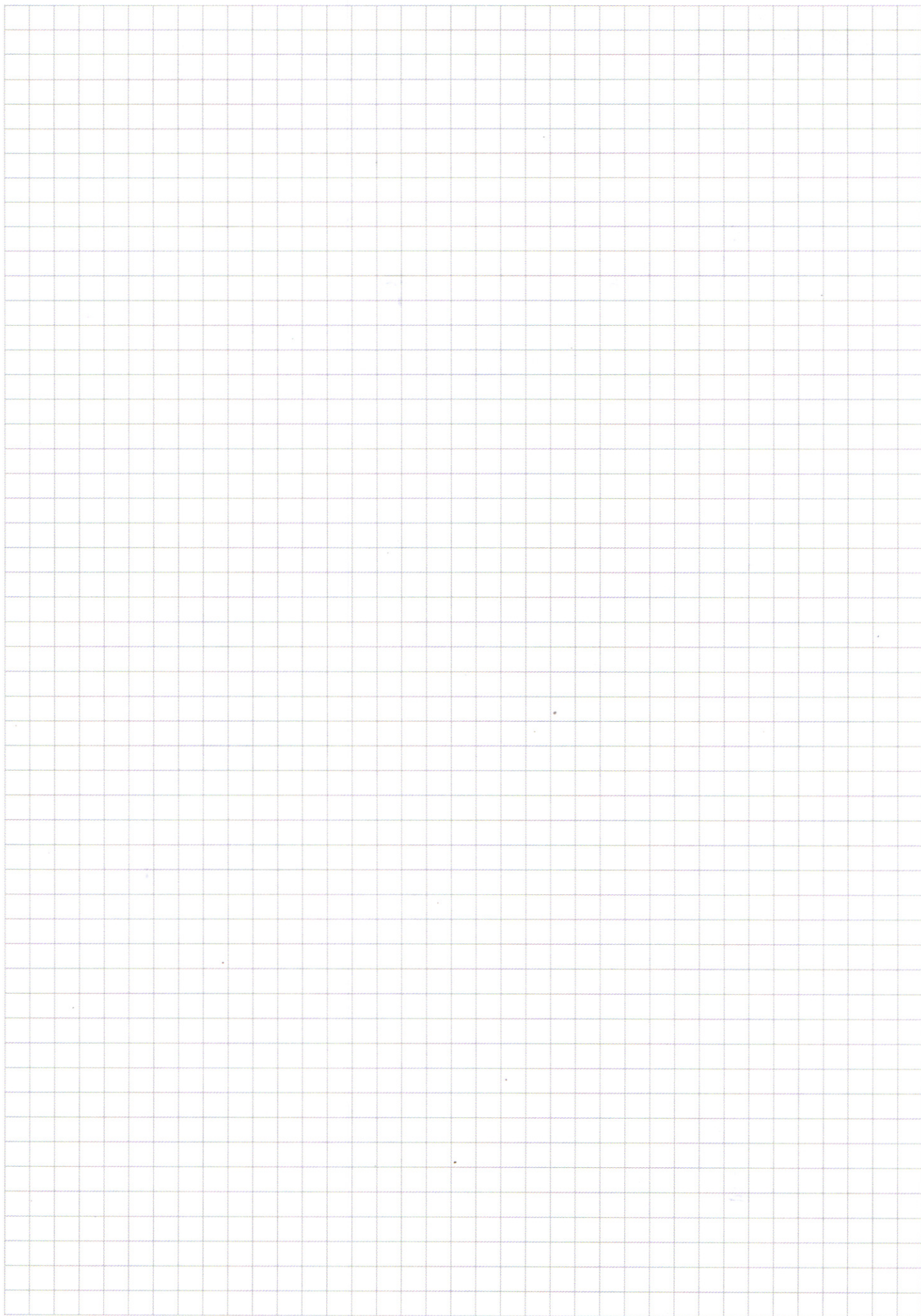
в) t_1 - промежуток времени между q
 t_0 - в нач. моменте

$$t_0 q = \frac{mV_2^2}{2} \Rightarrow V_2 = \sqrt{\frac{2t_0 q}{m}} = \sqrt{\frac{Q q}{mC}}$$

$$t_0 = \frac{u}{2} = \frac{Q}{2}$$

$$b) V_2 = \sqrt{\frac{Q q}{mC}} = \sqrt{\frac{Q}{C}} \quad \text{f}$$

Ответ: а) $V = \frac{1,5T \cdot \epsilon \epsilon_0 S m^2}{q} \quad \text{f}; \quad б) Q = \frac{1,5 C d \epsilon \epsilon_0 S}{j^2}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F - 4 \cdot \frac{4}{5}t} + \frac{1}{\frac{3}{2}F + 2Vt}$$

$$3F - 4 \cdot \frac{4}{5}t = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{\frac{3}{2}F + 2Vt}}$$

$$\frac{3F}{t} - 4 \cdot \frac{4}{5} = \frac{1}{-\frac{1}{\frac{3}{2}Ft} + 2V}$$

$$\frac{3F}{t} - 4 \cdot \frac{4}{5} = -\frac{1}{\frac{3}{2}Ft} + 2V$$

$$H = \frac{3}{2}F$$

$$\frac{3}{2}F - \frac{4t \cdot \sin \alpha}{5} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F - \frac{4}{5}t} \neq \frac{1}{\frac{3}{2}F + 2x}$$

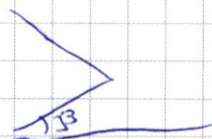
$$0 = +\frac{4}{5}t \cdot \frac{1}{(3F - \frac{4}{5}t)^2} + 2V \cdot \frac{1}{(\frac{3}{2}F + 2x)^2}$$

$$\frac{4}{5}t \cdot \frac{1}{(\frac{4}{5}t)^2} = 2V \cdot \frac{1}{(\frac{3}{2}F)^2}$$

$$u = \frac{5}{4} \cdot 2V \cdot \frac{1}{4} = 10V$$

$$\sqrt{\frac{17^2}{17^2} - \frac{15^2}{17^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 32}{17^2}} = \frac{8}{17}$$

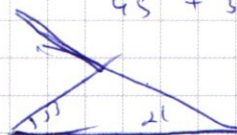
$$\sqrt{\frac{25 - 16}{25}} = \frac{3}{5}$$



$$75 \cdot \frac{3}{5} + 68 \cdot \frac{3}{17}$$

$$15 \cdot 3 + 4 \cdot 8$$

$$45 + 32$$



$$\frac{45}{17} + \frac{32}{17} = \frac{77}{17}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$75^2 + 68^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{36}{17 \cdot 5}$$

$$2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot 5 \cdot 5$$

$$2 \cdot 4 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 5 \cdot \frac{36}{17 \cdot 5}$$

$$20 \cdot 36$$

$$1 + \frac{9}{16} = \frac{25}{16}$$

$$\frac{15}{4} \cdot \frac{4}{5} = \frac{60}{20} = 3$$

$$\frac{60}{20} = 3$$

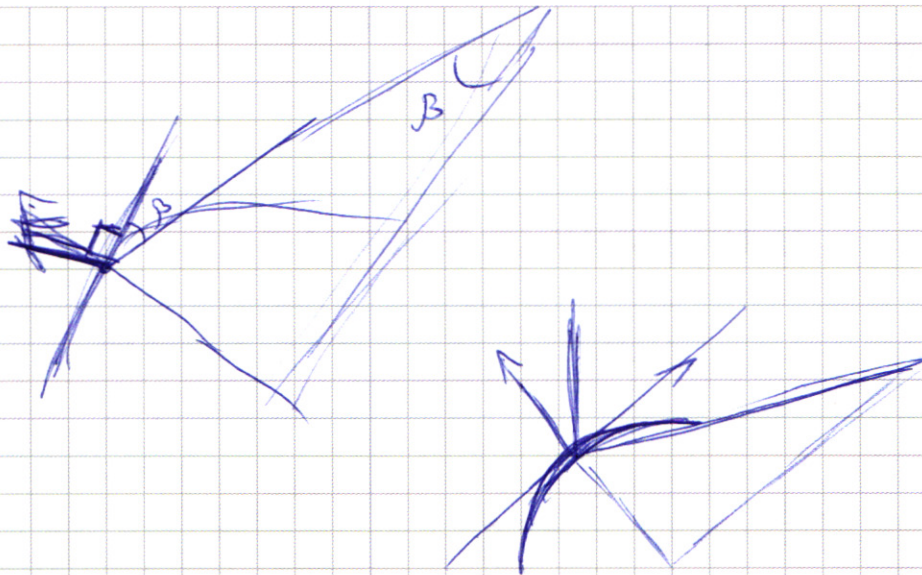
$$\frac{60}{20} = 3$$

$$\frac{12}{5} \cdot \frac{5}{8} = \frac{60}{40} = 1.5$$

$$\frac{60}{20} = 3$$

$$75 \cdot \frac{3}{5} + 68 \cdot \frac{3}{17}$$

$$15 \cdot 3 + 4 \cdot 8 = 45 + 32$$



$$ma = T - N \sin \beta$$

$$ma_g = T \sin \beta - N$$

$$0,1 \cdot \frac{0,75^2}{1,9} \cdot \frac{5}{4} = T - \left(\frac{3}{5} T - 0,1 \cdot \frac{0,75^2}{1,9} \right)$$

$$\frac{2}{5} T = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{0,75^2}{1,9} \quad \begin{array}{r} 27 \ 19 \\ 57 \ 3 \end{array}$$

$$T = \frac{75^2}{190000} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{75^2}{200000} = 16$$

$$\frac{1}{5} (P_2 - P_1) \quad \begin{array}{r} 5625 \\ 320000 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5625 \\ 320000 \end{array}$$

$$\frac{P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_1 + P_1 V_1}{5P_2 V_2 - 5P_2 V_1 + 3P_2 V_1 - 3P_1 V_1} = \frac{6250}{32000} = 0,175$$

$$\frac{P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_1 + P_1 V_1}{P_2} = \frac{242500}{224000} = \frac{175000}{160000} = 1,09375$$

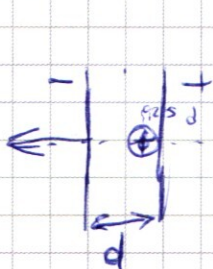
$$\left(\frac{x^2}{x} \right)' = \frac{2x \cdot x - x^2}{x^2} = 1$$

$$30t^2 -$$

$$E = 1 + u + S$$

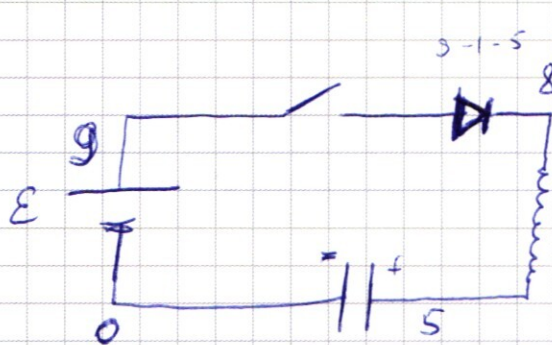
$$u = S - 5$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\Delta W = q U = E_k = \frac{m v^2}{2}$$

$$U = \frac{m v^2}{2 q}$$



$$U_0 = 4 I'$$

$$I' = \frac{U_0}{4} = 3 \text{ A}$$

$$U' = 0$$

$$U_k = 8$$

$$I' = \frac{U}{L}$$

$$U = 8 - U_c$$

$$U_c = \frac{q}{C} = \frac{9_0 + 9}{C} = \frac{U_0 \cdot C + 9}{C} = U_1 + \frac{9}{C}$$

$$= U_1 + \frac{I t}{C}$$

$$I' = \frac{8 - U_1 - \frac{I t}{C}}{L}$$

$$U_1 + \frac{I t}{C} = 0$$

$$3 - \frac{I t}{C} = 0$$

$$\frac{I t}{C} = 3 \quad I = \frac{3 C}{t}$$

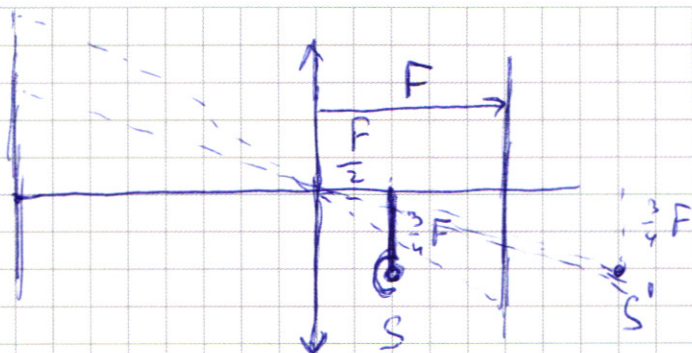
$$3 C \ln t = q = C U$$

$$\ln t = \frac{U}{3} = 1$$

$$t = e$$

$$C I' = 3 - \frac{I t}{C}$$

$$\frac{C}{4} I = 3 - \frac{9}{2 C}$$



$$\boxed{d = F + F - \frac{F}{2} = \frac{3}{2}F}$$

$$F + F - \frac{F}{2} = \frac{3}{2}F$$

$$F = F$$

$$f = ?$$

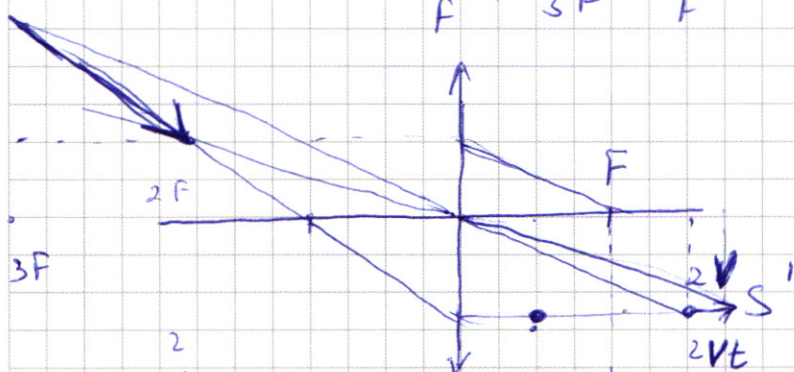
$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

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

$$u = \frac{15F}{4t} - \frac{5}{4} \frac{1}{\frac{3}{2}F - 2Vt}$$

$$\frac{3}{3F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F}$$

$$f = 3F$$



$$3F - u \cdot \frac{4}{5}t = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{\frac{3}{2}F + 2Vt}}$$

$$\frac{1}{\frac{3}{2}F + 2Vt} + \frac{1}{3F - u \cdot \frac{4}{5}t} = \frac{1}{F}$$

$$V_{s'} = 2V$$

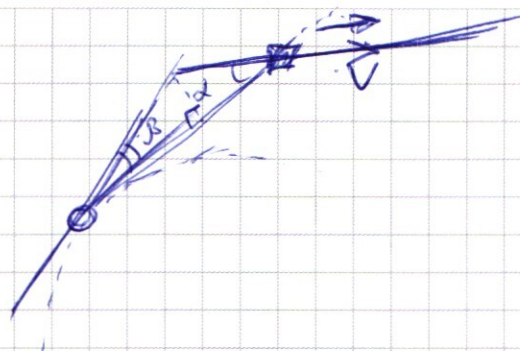
$$\frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{H}{3F} \quad H = \frac{3F}{2}$$

$$\frac{\frac{3}{2}F}{2F} = \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{3}{4} \quad \alpha = \arctan \frac{3}{4}$$

$$1 + \frac{9}{16} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{16}{25} = \frac{4}{5}$$

$$u = \frac{15F}{4t} - \frac{5}{4} \frac{1}{\frac{3}{2}F - 2Vt} = \frac{15F}{4t} + \frac{5}{4} \cdot \frac{3F}{2t} - \frac{5}{4} \cdot 2V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



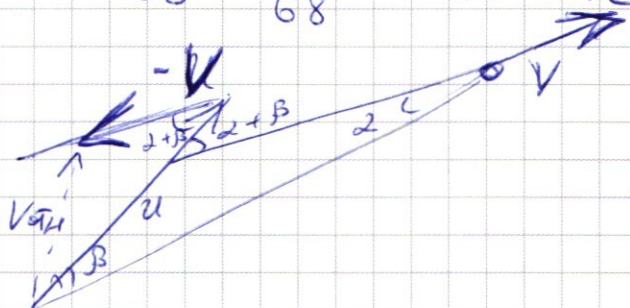
$$\begin{array}{r} 68 \\ \times 68 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ - 48 \\ \hline 27 \end{array}$$

$$u \cos \beta = V \cos \alpha \Rightarrow u = V \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} =$$

$$= 68 \cdot \frac{15 \cdot 5}{68} = 75 \text{ км/ч}$$

$$V_{\text{отн}}^2 = 68^2 + 75 \cdot 27$$



$$V^2 + u^2 - 2Vu \cos(\alpha + \beta) = (V_{\text{отн}})^2$$

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

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

$$= \frac{\sqrt{2 \cdot 32}}{17} =$$

$$= \frac{8}{17}$$

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

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{5^2 - 4^2}}{5} = \frac{3}{5}$$

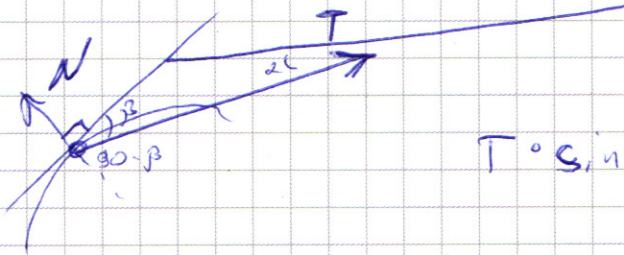
$$= \frac{3}{4}$$

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

$$= \frac{12}{17} - \frac{6}{17} = \frac{6}{17}$$

$$68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{6}{17} = V_{\text{отн}}^2$$

$$68^2 + 75(75 - 48) = V_{\text{отн}}^2$$



$$T \cdot \sin \beta = N = mg$$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{V \Delta T_{12}} = \frac{Q}{\Delta P V} \cdot R$$

$$V \Delta T = \frac{\Delta P V}{R}$$

$$Q_{12} = \cancel{A_{12}} \Delta U_{12}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} V R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \Delta P V$$

$$C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{V_2 \Delta P_{23}} = \frac{Q_{23}}{P_2 \Delta V} \cdot R$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = P_2 \Delta V + \frac{3}{2} P_2 \Delta V = \frac{5}{2} P_2 \Delta V$$

$$C_{23} = \frac{5}{2} R$$

$$\cancel{P_1 V_1 = V R T_3}$$

$$P_2 V_2 = V R T_3$$

$$\cancel{P_2 V_2 = V R T_1}$$

$$P_1 V_1 = V R T_1$$

$$\cancel{\frac{P_1}{P_2} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_3}{T_1} \Rightarrow T_3 < T_1}$$

$$\frac{P_2}{P_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2} = \frac{T_3}{T_1} \Rightarrow T_3 > T_1$$

$$\cancel{C_{23}} \quad \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} = 0.6$$