

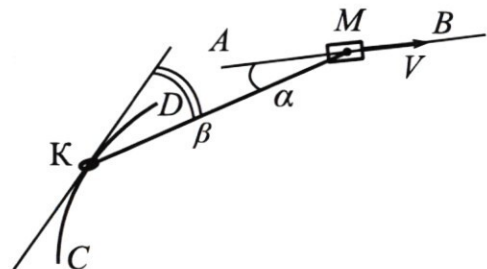
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-04

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

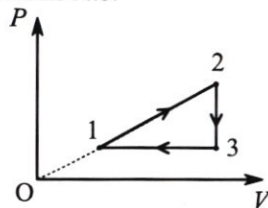
1. Муфту M двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) 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 изменения внутренней энергии газа 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. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

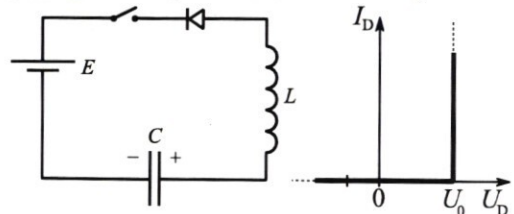
- 1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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 $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

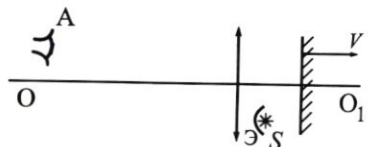
Ключ замыкают.

- 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.



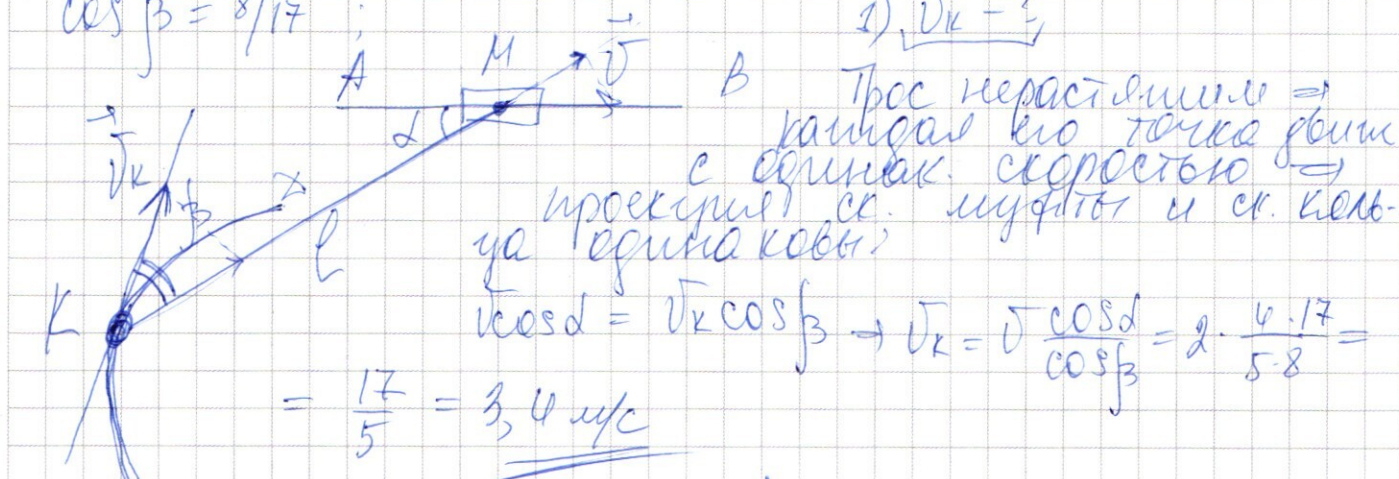
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана $\mathcal{E}$, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ 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

① $v = 2 \text{ м/с}$; $m = 0,4 \text{ кг}$; $R = 1,9 \text{ м}$; $l = 17R/15$; $\cos \alpha = 4/5$;
 $\cos \beta = 8/17$;



2) $\vec{v}_{\text{к.о.м}} = \vec{v}_k - \vec{v}$

по т. кос. в треугольнике скоростей:

$$v_{\text{к.о.м}}^2 = v_k^2 + v^2 - 2v_k v \cos(\alpha + \beta) = 3,4^2 + 2^2 - 2 \cdot 3,4 \cdot 2 \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \sqrt{1 - \frac{16}{25}} \cdot \sqrt{1 - \frac{64}{289}} = \frac{32}{5 \cdot 17} - \frac{3 \cdot 15}{5 \cdot 17} = -\frac{13}{85}$$

② $11,56 + 4 + 13,6 \cdot \frac{13}{85} \approx 19,26 \leq 19,36 = 4,4^2$

$\Rightarrow v_{\text{к.о.м}} \approx 4,4 \text{ м/с}$



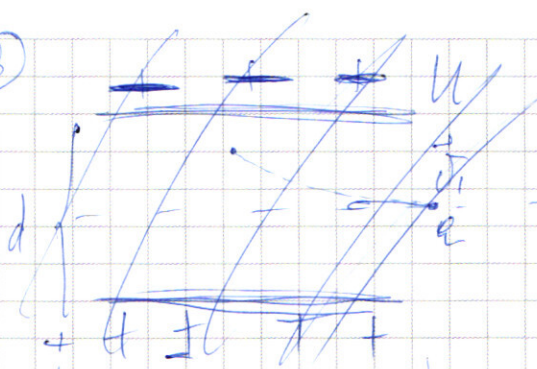
$m \vec{a} = \sum \vec{F}_i$

От: $m a_{\text{ср}} = T_{\text{т}} = T / \cos \beta =$

$T = m \frac{v_k^2}{R} \cdot \cos \beta = \frac{4 \cdot 10^{-1} \cdot 3,4^2 \cdot 8}{1,9 \cdot 17} = 1,15 \text{ Н}$

Ответ: 1) 3,4 м/с; 2) 4,4 м/с; 3) 1,15 Н.

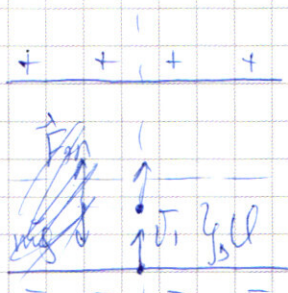
3



$$\vec{m}\vec{v}_0 \quad \phi r = \frac{q}{m} \rightarrow$$

$$\infty \quad \phi < 0 \Rightarrow \phi = k \frac{q}{r}$$

$$\frac{m\vec{v}_1^2}{2} = qU$$



$$1) \frac{m\vec{v}_1^2}{2} = qU$$

$$\Delta U = E \cdot 0,2d$$

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow \Delta U = 0,2EU$$

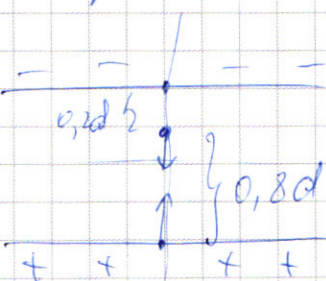
$$\cancel{mg} = \frac{m\vec{v}_1^2}{2} = q \cdot 0,2EU$$

$$\cancel{2) mg = qE = q \cdot 0,2E}$$

$$\Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{0,4U}$$

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

$$\frac{20}{\epsilon_0}$$



~~mg~~

$$\frac{m\vec{v}_1^2}{2} = q \cdot 0,2Ud$$

$$\frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{0,4U}$$

$$16 \cdot 0,4 =$$

$$= 16 \cdot 4 \cdot 10^{-2} =$$

$$= 2^3 \cdot 10^{-1}$$

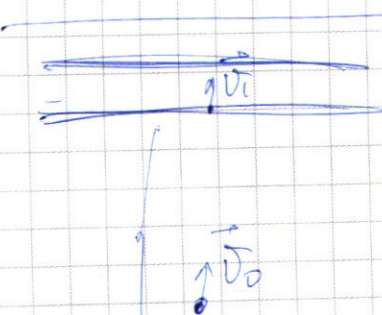
$$m\vec{v}_1 = qE = qUd$$

$$a = \frac{q}{m} Ud \Rightarrow 0,8d = \frac{qU^2}{2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{4qd}{a}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 6d^2 \cdot 0,6}{v_1^2 d}} = \frac{d}{v_1} \cdot 2^3 \cdot 10^{-1}$$

$$W = qU$$

$$U = k \frac{q}{r}$$

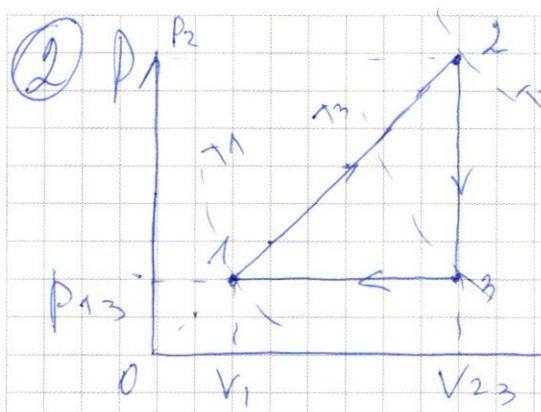


$$\frac{m\vec{v}_0^2}{2} +$$

$$q \cdot k \frac{q}{r} = 0$$

$$(r = \infty)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) 

3) $C_m = \frac{Q}{\Delta T}$; $C_{23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}}$
 $C_{31} = \frac{Q_{31}}{\Delta T_{31}}$
 $\eta = \frac{C_{23}}{C_{31}} - ?$

$\Rightarrow \eta = \frac{Q_{23} \cdot \Delta T_{31}}{Q_{31} \cdot \Delta T_{23}} =$
 $= \frac{\Delta U_{23} + A_{23}}{\Delta U_{31} + A_{31}} \cdot \frac{T_1 - T_3}{T_3 - T_2} = \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + 0}{\frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + p_{13} (V_1 - V_{23})} \cdot \frac{T_1 - T_3}{T_3 - T_2} =$
 $= \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{\frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + \nu R T_1 - \nu R T_3} \cdot \frac{T_1 - T_3}{T_3 - T_2} = \frac{3 (T_3 - T_2) \cdot (T_1 - T_3)}{5 (T_1 - T_3) \cdot (T_3 - T_2)} =$
 $= \frac{3}{5}$

2) $k = \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} - ?$ $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$, $A_{12} = \frac{1}{2} (p_{13} + p_2) \cdot (V_{23} - V_1)$
 $= \frac{1}{2} (p_{13} V_{23} - p_{13} V_1 + p_2 V_{23} - p_2 V_1) =$

$= \frac{1}{2} (p_{13} V_{23} - \nu R T_1 + \nu R T_2 - p_{13} V_1) \Leftrightarrow$

1-2: $p \sim V$, $p = \alpha V \Rightarrow \alpha = \frac{p}{V} = \text{const} \Rightarrow$

$\frac{p_{13}}{V_1} = \frac{p_2}{V_{23}} \Rightarrow p_{13} V_{23} = p_2 V_1$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) \Rightarrow k = \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)} = \underline{\underline{3}}$

3) $\eta = ?$ $\eta = \frac{A}{Q_H}$; $A = \frac{1}{2} (p_2 - p_{13}) (V_{23} - V_1) =$

$= \frac{1}{2} (p_2 V_{23} - p_2 V_1 - p_{13} V_{23} + p_{13} V_1) = \frac{1}{2} (\nu R T_2 - 2 \cdot \nu R T_3 + \nu R T_1) =$
 $= \frac{1}{2} \nu R (T_2 - 2 T_3 + T_1);$

$$Q_H = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{1}{2} \nu R (T_1 + T_2 - 2T_3)}{\frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)} = \frac{T_2 + T_1 - 2T_3}{5(T_2 - T_1)} *$$

$\eta_{\max}$ при (*) max!

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

③ Дано: $U; d$.

1) $\gamma = \frac{|q|}{m}$ —? все кин. эн. ушла на преодоление работы в поле

30.7: $\frac{mv_1^2}{2} = q \cdot U, \Delta U = U_1 - U_2 =$
 $= Ed - E \cdot 0,2d = 0,8 Ed = 0,8 U$

$\Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = q \cdot 0,8 U \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{1,6 U}$

2) $T = ?$ $m \vec{a} = \sum \vec{F}_i$ $ma = qE \Rightarrow a = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d} =$
 $= \frac{v_1^2}{1,6 U} \cdot \frac{U}{d} = \frac{v_1^2}{1,6 d}$

$\Rightarrow 0,8 d = \frac{a T^2}{2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{1,6 d}{a}} = \sqrt{\frac{1,6 d \cdot 1,6 d}{v_1^2}} = \frac{1,6 d}{v_1}$

3)

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$

$\infty \uparrow \vec{F}_0$

⑤

1) $f = ?$

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

$$\Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F};$$

$$d = 2a = \frac{3F}{5}$$

$$= 2\left(\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5}\right) = \frac{6F}{5}$$

$$\Rightarrow f = \frac{F \cdot \frac{6F}{5}}{\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5}} = \frac{9F}{4}$$

2) Пусть зеркало сместилось на какое-то расстояние — получим изображение предмета в зеркале $S_1' \Rightarrow$ изобраз. в линзе S_1' . Все следующие изображения будут, также находиться на дуге, проходящей через фокус (слева) — луч $FA \Rightarrow$ скорость изобр. направлена по той же дуге (в противн. сторону);

$$\operatorname{tg} d = \frac{FK}{S_1 K}; \quad \Gamma = \frac{f}{d} = \frac{H}{h} \Rightarrow H = \frac{f}{d} h = \frac{9F/5}{4 \cdot 9F/15} \cdot \frac{8}{15} F = \frac{2}{3} F$$

высота изобр. (расст. от изобр. го. нахв. опт. оси)

$$s_k = f - F = \frac{5F}{4}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} d = \frac{2F \cdot 4}{3 \cdot 5F} = \frac{8}{15}$$

3) за Δt зеркало пройдет $V \Delta t$; изобраз. в зеркале $2V \Delta t$

$$\Rightarrow d = \frac{3}{5} F + 2\left(\frac{3}{5} F + V \Delta t\right) = \frac{6}{5} F + 2V \Delta t = d(t)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{f(t)} + \frac{1}{d(t)} \Rightarrow f(t) = \frac{Fd(t)}{d(t) - F} = \frac{F(\frac{6}{5} F + 2V \Delta t)}{4\frac{3}{5} F + 2V \Delta t} \quad \textcircled{e}$$

$$f(t) = V_{из} \cos d \cdot \Delta t; \quad 1 + \operatorname{tg}^2 d = \frac{1}{\cos^2 d} \Rightarrow \cos d = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{64}{225}}} = \frac{15}{17}$$

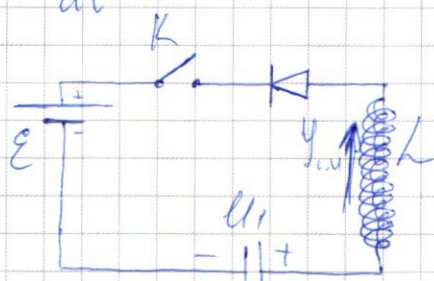
$$\textcircled{e} \frac{9F^2 + 10V \Delta t F}{4F + 10V \Delta t} \xrightarrow{\Delta t \rightarrow 0} = \frac{9}{4} F + \frac{5}{2} V \Delta t \Rightarrow \text{за } \Delta t \quad \Delta f = \frac{5}{2} V \Delta t$$

$$\Rightarrow \frac{5}{2} V \Delta t = \frac{15}{17} V_{из} \Delta t \Rightarrow V_{из} = \frac{17 \cdot 5}{15 \cdot 2} V = \frac{17}{6} V \quad \text{Измен.: 1) } \frac{9}{4} + 2) \frac{8}{15} \quad 3) \frac{17}{6}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

④ $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$; $C = 10 \text{ мкФ}$; $U_1 = 9 \text{ В}$; $L = 0,4 \text{ Гн}$; $U_0 = 1 \text{ В}$

1) $\frac{dY}{dt}$ -? 2) $Y_{\max}$ -? 3) U_2 -?



1) $\mathcal{E}_{\text{сн}} = -L \frac{dY}{dt}$; $\mathcal{E}_{\text{сн}} > \mathcal{E}$ (т.к. диод пропускает ток только в одну сторону)

2) $A_{\text{ист}} = W + Q$ ($Q = 0$)

$$\mathcal{E} \Delta Q = \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}; \Delta Q = q_2 - q_1 =$$

$$= CU_2 - CU_1 = C(U_2 - U_1)$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} C (U_2 - U_1) = \frac{C}{2} (U_2^2 - U_1^2);$$

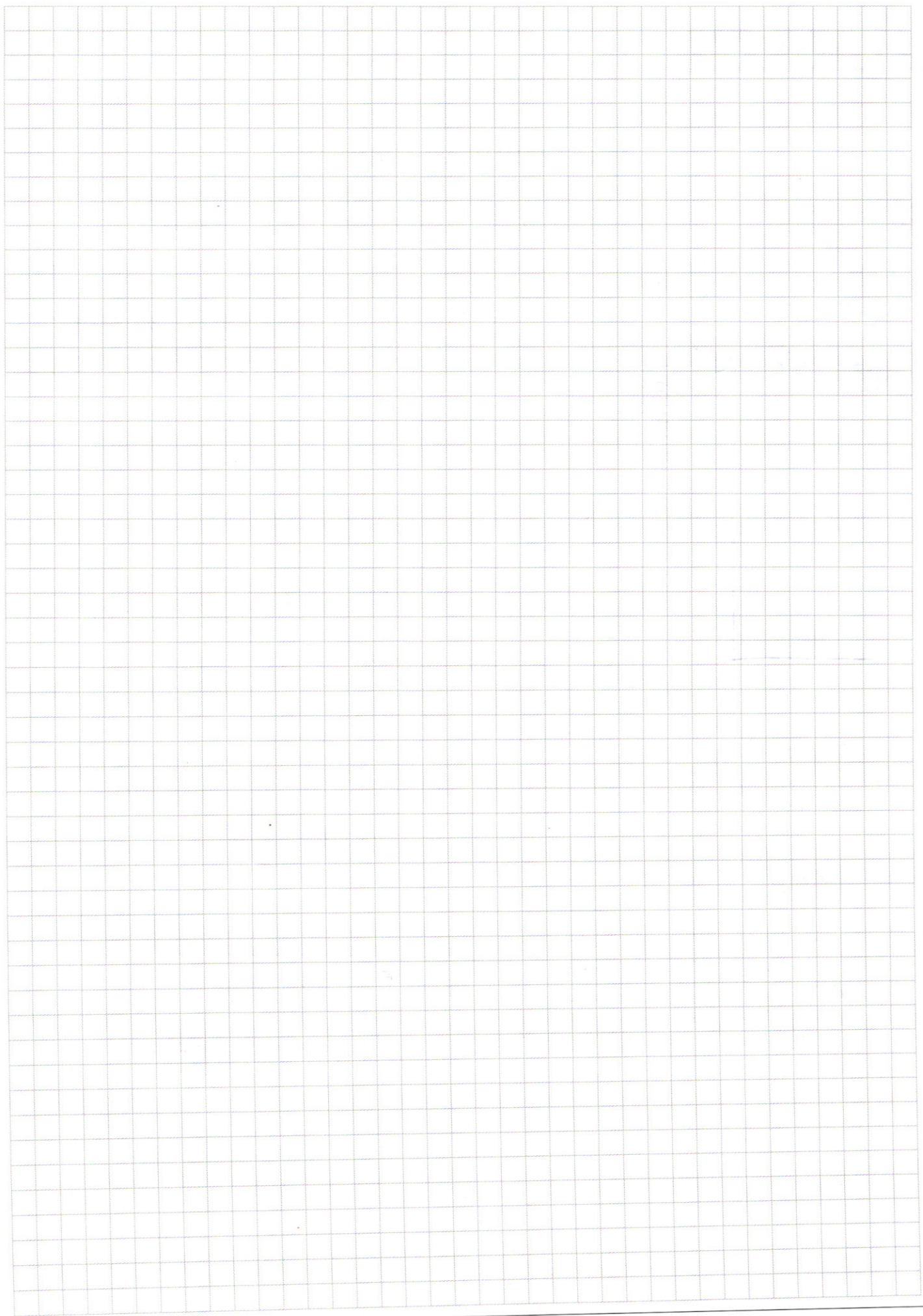
$$2\mathcal{E} (U_2 - U_1) = U_2^2 - U_1^2; 2\mathcal{E} = U_2 + U_1 \Rightarrow U_2 = 2\mathcal{E} - U_1 =$$

$$= 12 - 9 = \underline{\underline{3 \text{ В}}}$$

$$3) \frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} + \frac{LY_{\max}^2}{2};$$

$$Y_{\max} = \sqrt{C(U_1^2 - U_2^2)/L} = \sqrt{10 \cdot 10^{-6} (81 - 9) / (4 \cdot 10^{-1})} =$$

$$= \sqrt{\frac{72}{4} \cdot 10^{-6}} = 3\sqrt{2} \cdot 10^{-2} = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ А} = \underline{\underline{42 \text{ мА}}}$$



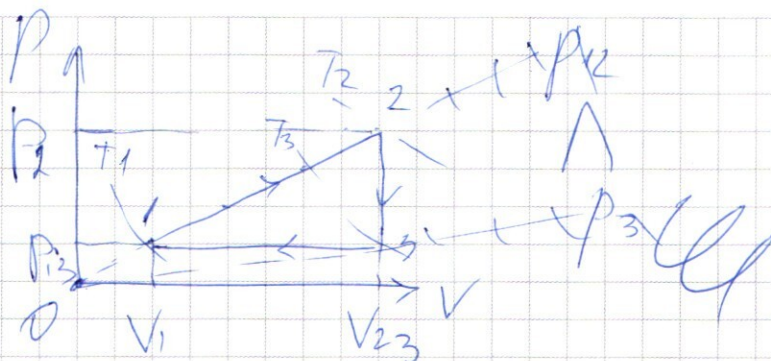
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

② $C_M = \frac{Q}{\Delta T}$

1) $\frac{C_{M23}}{C_{31}} = ?$



$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}}$$

$$C_{31} = \frac{Q_{31}}{\Delta T_{31}}$$

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{Q_{23} \cdot \Delta T_{31}}{Q_{31} \cdot \Delta T_{23}} = \frac{\Delta U_{23} + A_{23}}{\Delta U_{31} + A_{31}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}}{\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} + A_{31}}$$

$$= \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) \cdot \Delta T_{31}}{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) \cdot 2} = \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) \cdot 2}{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + 2R(T_1 - T_3) \cdot 2}$$

$$= \frac{(3T_3 - 3T_2) \cdot (T_1 - T_3) \Delta T_{23}}{(3T_1 - 3T_3 + 2T_1 - 2T_3) \cdot (T_3 - T_2)} = \frac{3T_3 - 3T_2}{5T_3 - 5T_3} = \frac{3(T_2 - T_3)}{5(T_3 - T_1)} = \frac{3}{5}$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1 \quad \text{and} \quad P_2 V_2 = \nu R T_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{T_2 - T_1 + 2(T_1 - T_3)}{5(T_2 - T_1)} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_3}$$

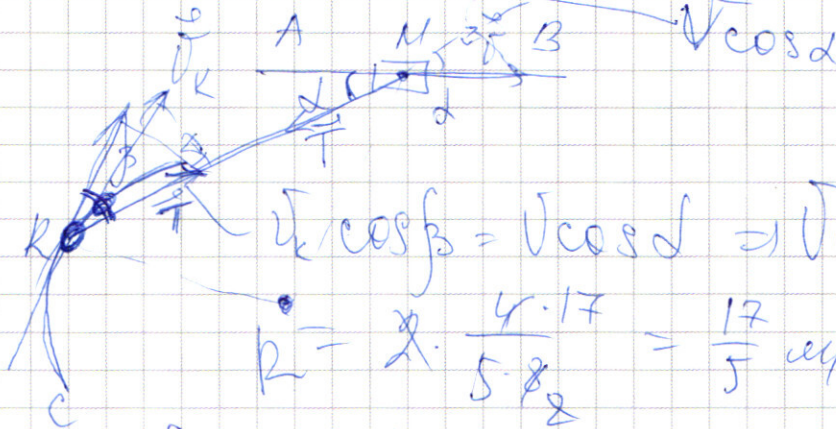
$$= \frac{1}{5} + \frac{2}{5} \frac{T_1 - T_3}{T_2 - T_1}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{5} \frac{T_1 - T_3}{T_2 - T_1} = \frac{1}{5} + \frac{2}{5} \frac{T_1 - T_3}{T_2 - T_1}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{5} \frac{T_1 - T_3}{T_2 - T_1} = \frac{1}{5} + \frac{2}{5} \frac{T_1 - T_3}{T_2 - T_1}$$

① $V = 2u/c$, $m = 0,4 \text{ кг}$, $R = 1,5 \text{ м}$; $\varphi = \frac{17R}{15}$

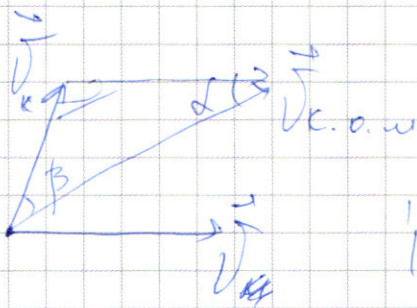
$\cos \alpha = 4/5$
 $\cos \beta = 2/17$



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

$R = 2 \cdot \frac{4 \cdot 17}{5 \cdot 8} = \frac{17}{5} \text{ м/с} = 3,4 \text{ м/с}$

$\vec{V}_{\text{о.м.}} = \vec{V}_m + \vec{V}_k$



$V_{\text{о.м.}}^2 = V_k^2 + V_m^2 + 2V_k V_m \cos(\alpha + \beta) =$

$\begin{array}{r} 13,6 \\ 1,3 \\ \hline 100,8 \\ 136 \\ \hline 236,8 \end{array}$

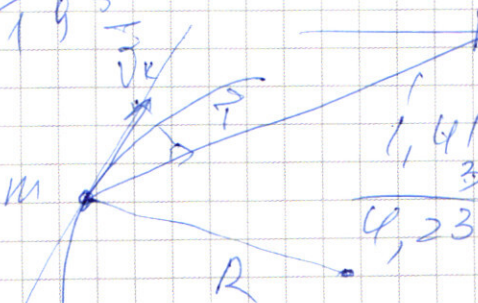
$\begin{array}{r} 11,56 \\ 4 \\ \hline 15,56 \\ 3,70 \\ \hline 44,86 \end{array}$

$\begin{array}{r} 15,56 \\ 3,70 \\ \hline 19,26 \\ 4,6 \\ \hline 4,6 \end{array}$

$\begin{array}{r} 60 \\ 44 \\ \hline 176 \\ 176 \\ \hline 193,6 \end{array}$

$\begin{array}{r} 618 \\ 595 \\ \hline 230 \end{array}$

$\vec{V}$



$m \frac{V_k^2}{R} = \frac{T}{\cos \beta}$

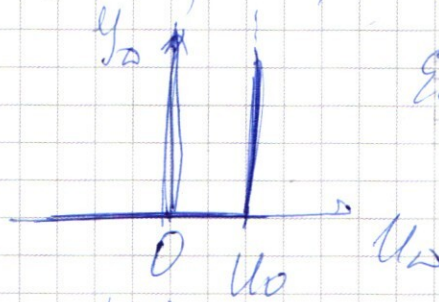
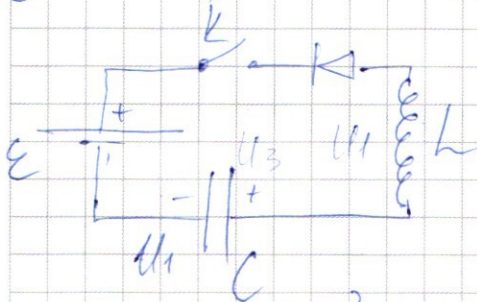
$\frac{T}{\cos \beta} = \frac{1}{\cos \beta} \approx \frac{1}{0,98} \approx 1,02$

$\begin{array}{r} 323 \\ 61 \\ \hline 193 \\ 17 \\ \hline 416 \end{array}$

$\frac{1}{\cos \beta} = \frac{1}{0,98} \approx 1,02$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

④ $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$, $C = 10 \text{ мкФ}$, $U_1 = 9 \text{ В}$, $L = 0,4 \text{ Гн}$, $U_0 = 1,5 \text{ В}$



$$\mathcal{E}_{\text{ин}} = -L \frac{dI}{dt}$$

$$W = \frac{CU^2}{2}$$

$$W_k = \frac{LI^2}{2}$$

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_3^2}{2} + \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\frac{q^2}{2C}$$

$$\frac{\phi^2}{2L}$$

$$A_{\text{ист}} = W \neq 0$$

$$q \cdot \mathcal{E} = W_k - W_{\text{из}}$$

$$q \mathcal{E} = \frac{CU_3^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$R_x = \frac{U_0}{I_{\text{max}}}$$

$$L = \mu \phi$$

$$\mathcal{E}_{\text{ин}} = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ин}}}{L}$$

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} + \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$$

$$q_1 = CU_1, \quad q_2 = CU_2 \Rightarrow$$

$$q(U_1 - U_2) \mathcal{E} = \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$2(U_1 - U_2) \mathcal{E} = U_2^2 - U_1^2$$

$$\Rightarrow \frac{(U_1^2 - U_2^2) \cdot 2}{L} = I_{\text{max}}^2$$

$$2\mathcal{E} = U_1 + U_2 \Rightarrow U_2 = 2\mathcal{E} - U_1 =$$

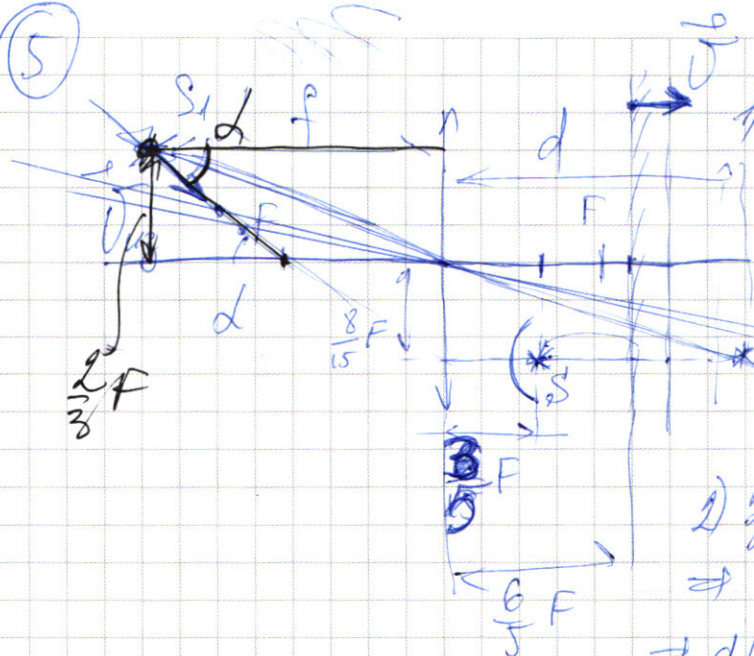
$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{CU_1^2 - U_2^2}{L}}$$

$$= \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 7,2 \cdot 10^1}{4 \cdot 10^{-1}}} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-3}} =$$

$$3\sqrt{2} \cdot 10^{-2} =$$

$$= \sqrt{1,8 \cdot 10^{-3}} =$$

⑤



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad d = \left(\frac{6}{5} + \frac{3}{5}\right) F = \frac{9}{5} F$$

$$\frac{1}{9F} = \frac{5}{9F} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{9F} = \frac{4}{9F} \rightarrow \underline{f = \frac{9}{4} F}$$

2) За ст зеркало прокопират $\vec{v}_{\Delta t}$

$$\Rightarrow S' \rightarrow 2\vec{v}_{\Delta t}$$

$$\Rightarrow d(t) = \frac{6}{5} F + \frac{3}{5} F + 2 \left(\frac{3}{5} F + \vec{v}_{\Delta t} \right) = \frac{9}{5} F + 2\vec{v}_{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{f(t)} + \frac{1}{d(t)}$$

$$\frac{1}{f(t)} = \frac{d(t) \cdot F}{d(t) + F} = \frac{\left(\frac{9}{5} F + 2\vec{v}_{\Delta t}\right) F}{\frac{14}{5} F + 2\vec{v}_{\Delta t}} = \vec{v}_{\Delta t}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{h}{h} \rightarrow h = \frac{f}{d} h = \frac{9F \cdot 8}{14 \cdot 9F} \cdot \frac{8F}{15} = \frac{2}{3} F$$

$$2) \operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{2}{3} F}{\frac{9}{4} F - F} = \frac{2F \cdot 4}{3 \cdot 5F} = \frac{8}{15}$$

$$3) \vec{v}_{\Delta t} = \frac{9F + 10\vec{v}_{\Delta t}}{14F + 10\vec{v}_{\Delta t}} \quad \frac{F}{\Delta t} = \frac{F}{\Delta t} + \frac{10\vec{v}_{\Delta t} - 5F \cdot F}{10\vec{v}_{\Delta t} + 14F \Delta t}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_{\Delta t} \cos \alpha \Delta t = f(t) \quad \vec{v}_{\Delta t} = \frac{F(9F + 10\vec{v}_{\Delta t})}{(14F + 10\vec{v}_{\Delta t}) \Delta t \cos \alpha} = \frac{129F^2 + 10\vec{v}_{\Delta t}^2}{154F + 10\vec{v}_{\Delta t}}$$

$$\frac{21}{15} = \frac{\sqrt{1 + \frac{60}{225}}}{1} = \frac{\sqrt{1 + \frac{4}{9}}}{1} = \frac{5}{3} \quad \cos \alpha = \frac{3}{5} \quad \alpha = \arccos \frac{3}{5}$$