

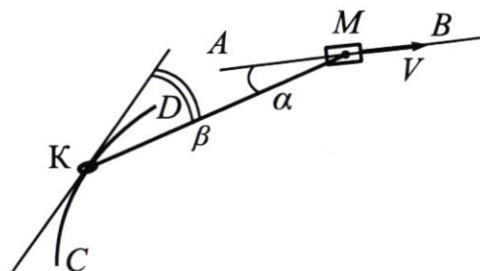
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-04

Класс 11

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

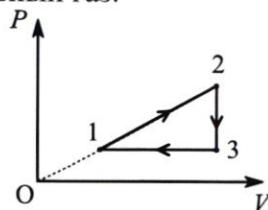
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной 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 $\gamma = \frac{|q|}{m}$.



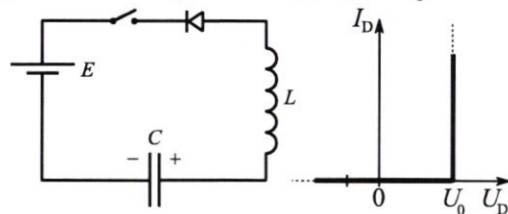
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

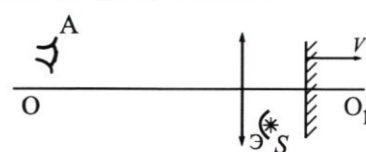


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ 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 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.)

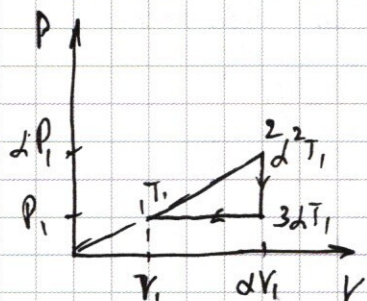
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2

Дано:



Решение:

1) 1-2: процесс прямой пропорциональности $P \sim V$
 $\Rightarrow$ по з. Менделеева-Клапейрона
 $P_0 V_0 = \nu R T_0 \quad dP_0 \cdot dV_0 = \nu R T_0 \cdot d^2$
 $\Rightarrow$ повышение T .

2-3: изохорный $Q = \Delta U$; $P \downarrow \Rightarrow T \downarrow$

$$C_V \Delta T_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} \quad C_V = \frac{3}{2} R$$

3-1: изобарный $V \downarrow \Rightarrow T \downarrow$

$$Q = A + \Delta U \Rightarrow A = -P_3 V_3 + P_1 V_1 = \nu R \Delta T_{31}$$

$$C_V \Delta T = \nu R \Delta T_{31} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$\frac{C_V}{C_P} = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$2) \quad U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (\alpha^2 T_1 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R T_1 (\alpha^2 - 1)$$

$$A_{12} = S_{12} = \frac{P_1 + 2P_1}{2} \cdot V_1 (\alpha - 1) = \frac{P_1 V_1 (\alpha^2 - 1)}{2} = \frac{\nu R T_1 (\alpha^2 - 1)}{2}$$

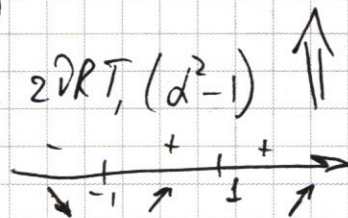
По з. Менделеева-Клапейрона $P_1 V_1 = \nu R T_1$

$$\frac{U_{12}}{A_{12}} = \frac{3 \nu R T_1 (\alpha^2 - 1)}{\nu R T_1 (\alpha^2 - 1)} = 3$$

$$3) \quad \eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{S_{123}}{Q_{12}} = \frac{P_1 (\alpha - 1) \cdot V_1 (\alpha - 1)}{2 \cdot \frac{3}{2} \nu R T_1 (\alpha^2 - 1)} = \frac{(\alpha - 1)^2}{4(\alpha^2 - 1)} =$$

$$Q_{12} = U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_1 (\alpha^2 - 1) + \frac{\nu R T_1 (\alpha^2 - 1)}{2} = 2 \nu R T_1 (\alpha^2 - 1)$$

Функция бесконечно возрастает; $\Rightarrow f'(x)$



$\Rightarrow$ при положительных d , не достигнув максимума значения. Ответ: а) $\frac{C_r}{C_p} = 0,6$ б) $\Rightarrow$ Ответ: $\frac{1}{4} = 0,25$.
25%
в) $\frac{u_{12}}{A_{12}} = 3$

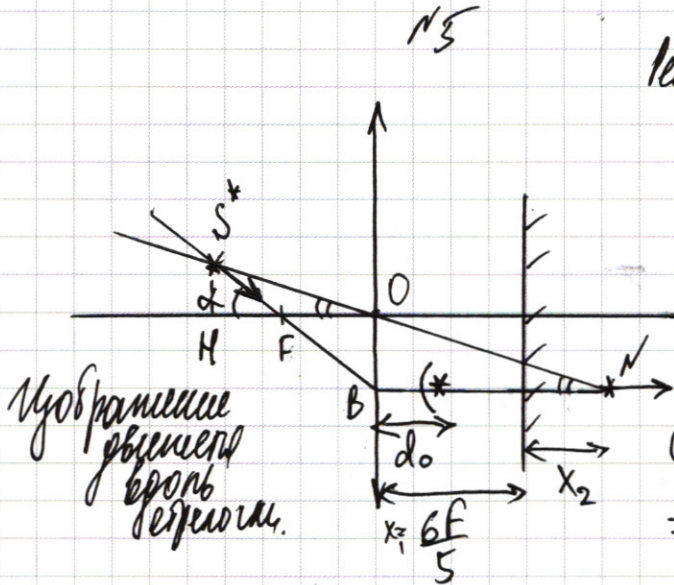
ABZ 8F/15

$$d_o = 3f/5$$

$$x_1 = 6F/5$$

1) $\varphi - ?$

2) $\alpha - ?$

$$s/v_0 = ?$$


Результат:

1) Цифра Премьер
зад числа
находится в
зеркале $\Rightarrow$

$$d = x_2 + x_1 = \frac{6F}{5} + \left(\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} \right) =$$

$$x_2 = x_1 - \text{сл. - в силу симметрии отн. зерк.} = \frac{9F}{5}$$

$$2) \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1.5}{9f} + \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{F} - \frac{5}{9F} = \frac{4}{9F}$$

$$f = \frac{9F}{4}$$

$$r = \frac{f}{d} = \frac{5}{4}$$

3) в ранний период времени:

Симетрия, то $OS^*H \sim ONB$ $OB = \frac{8F}{15}$ $BN = d = \frac{9F}{5}$

$$OH = f = \frac{gF}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{SH}{OH} = \frac{OB}{BN}$$

$$\Rightarrow \frac{SH}{ON} = \frac{OB}{BN} \Rightarrow SH = \left(\frac{8F}{15} \cdot \frac{9F}{4} \right) : \frac{9F}{5} =$$

$$= \frac{28.8}{15.4} F = \frac{10F}{5} = \frac{2}{1} F$$

$$HF = f - F = \frac{9F}{4} - F = \frac{5F}{4}$$

$$f_{pd} = \frac{SH}{HF} = \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{5} = \frac{8}{15}$$

$$\alpha = \arctg \frac{8}{15}$$

4) $\sigma_o = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$



$$\tilde{v}_g = \Gamma^2 \cdot \tilde{v}_n, \text{ weil}$$

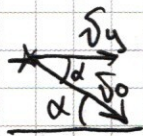
$\vec{v}_g = \Gamma^2 \vec{v}_n$, где $\Gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
 $\vec{v}_n$ - скорость предмета относительно инерц.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В СД зеркало предмет движется от зеркала со скоростью v

В СД земли предмет $\vec{v}_{\text{ист}} = \vec{v}_{\text{зер}} + \vec{v}_{\text{отн}} = 2v$

$\Rightarrow$ ~~длина~~ $v_y = r^2 \cdot v_n = \frac{25 \cdot 2v}{16} = \frac{25v}{8}$



$\Rightarrow$ ~~длина~~ $\frac{v_y}{v_0} = \cos \alpha$

$v_0 = \frac{v_y}{\cos \alpha}$

$\cos \alpha = \frac{1}{1 + \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$

$1 + \frac{64}{225} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \quad | \quad \frac{289}{225} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$

$\cos^2 \alpha = \frac{225}{289}$

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

$\Rightarrow v_0 = \frac{v_y}{\cos \alpha} = \frac{25 \cdot 2v \cdot 17}{16 \cdot 15} =$

$= \frac{5 \cdot 17}{3 \cdot 8} = \frac{85}{24} \approx 3,54 \text{ м/с.}$

Ответ: $f = \frac{9F}{4}$

$\alpha = \arccos \frac{8}{15}$

$v_0 = 3,54 \text{ м/с}$

№3

Дано:

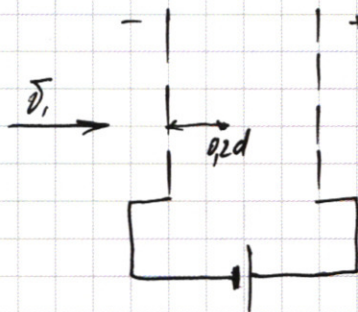
Решение:

$d, U,$
 $\vec{v}_1; 0,2d$

1) $r = \frac{|a|}{m} - ?$

2) $T - ?$

3) $\vec{v}_0 - ?$



1) Напряженность в конденсаторе

$$E = \frac{U}{d}; E(0,2d) = \frac{E}{2} \cdot \frac{4}{5} = 0,4E$$

по 3CU

$$\frac{m\vec{v}_1^2}{2} = qE(0,2d) \cdot 0,2d = q \cdot 0,4E \cdot 0,2d$$

$$r = \frac{q}{m} = \frac{\vec{v}_1^2}{2 \cdot 0,4E \cdot 0,2d} = \frac{\vec{v}_1^2}{0,16Ed} = \frac{\vec{v}_1^2}{Ed} \cdot \frac{100}{16} = \frac{25\vec{v}_1^2}{4Ed} = \frac{25\vec{v}_1^2}{4U}$$

2) На расстоянии действующий шло (в конденсаторе) $|a| = \frac{Eq}{m} = g$

по $\vec{F}_1 = \frac{Eq}{2}; \vec{F}_2 = \frac{Eq}{2} = Eq \Rightarrow ma = Eq$

S - путь пройденный частицей

$$S = 2 \cdot 0,2d = 0,4d$$

$$t = \frac{1}{2} T$$

$$S = \frac{at^2}{2} \cdot 2$$

$$S = \frac{at^2}{2} \cdot 2 = 0,4d$$

$$t = \sqrt{\frac{0,4d}{a}}$$

$$t = \sqrt{\frac{0,4d}{Eq}} = \sqrt{\frac{0,4d \cdot 5}{U}} = \sqrt{\frac{2d}{U}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,4d^2 \cdot 4 \cdot 4}{U \cdot 25\vec{v}_1^2}} = \sqrt{\frac{2d}{5 \cdot \vec{v}_1} \cdot \frac{2}{5}} \quad T = 2t = \frac{4d\sqrt{2}}{5\vec{v}_1\sqrt{5}} = \sqrt{\frac{0,812d}{5\vec{v}_1}}$$

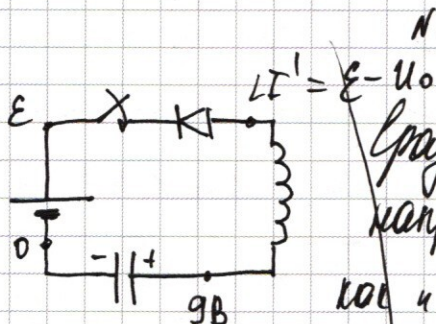
3) Внутренний конденсатора напряженность поле примерно такая же как и на нем.

$$\Rightarrow \frac{m\vec{v}_0^2}{2} = \frac{qEu}{2} \Rightarrow \vec{v}_0 = \sqrt{\frac{qU}{m}} = \sqrt{u} = \sqrt{\frac{25\vec{v}_1^2}{4}} = \frac{5}{2}\vec{v}_1$$

Ответ: а) $r = \frac{25\vec{v}_1^2}{4U}$ б) $T = \sqrt{\frac{0,812d}{5\vec{v}_1}}$ в) $\vec{v}_0 = 2,5\vec{v}_1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:
 $\mathcal{E} = 6\text{В}$
 $C = 10^{-6}$
 $\mathcal{U}_1 = 9\text{В}$
 $L = 0,4\text{Гн}$
 $\mathcal{U}_0 = 1\text{В}$
 $I' = ?$
 $I_{\text{max}} = ?$
 $\mathcal{U}_2 = ?$



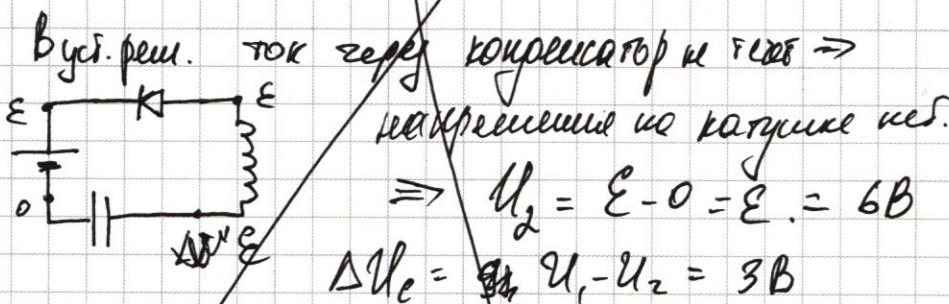
Решение:

Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе не изменяется,

как и ток на катушке. Если конденсатор открыт, то

$$\mathcal{U}_k = LI' = 9\text{В} = \mathcal{E} - \mathcal{U}_0 - \mathcal{U}_1, \quad I' = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{U}_0 - \mathcal{U}_1}{L}$$

~~$$I' = \frac{9 - 1 - 9}{0,4} = -10\text{А}$$~~



Вуст. реш. ток через конденсатор и катушку $\Rightarrow$

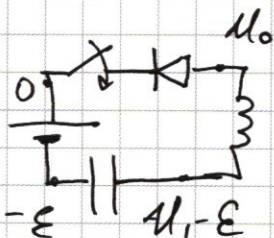
напряжения на катушке не б.

$$\Rightarrow \mathcal{U}_2 = \mathcal{E} - 0 = \mathcal{E} = 6\text{В}$$

$$\Delta \mathcal{U}_C = \mathcal{U}_1 - \mathcal{U}_2 = 3\text{В}$$

Поскольку $\mathcal{U}_k < 0 \Rightarrow$ ток в обратную сторону

Решение:



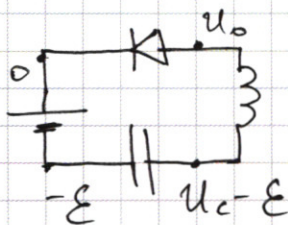
1) Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе не изменяется, ток через катушку тоже. Т.к. ток течет, то диод открыт $\Rightarrow \mathcal{U}_0$.

Тогда $\mathcal{U}_k =$ напряж. на катушке

$$\mathcal{U}_k = LI' = \mathcal{U}_1 - \mathcal{E} - \mathcal{U}_0$$

$$\mathcal{U}_k = \mathcal{U}_1 - \mathcal{E} - \mathcal{U}_0 = LI' \Rightarrow I' = \frac{\mathcal{U}_1 - \mathcal{E} - \mathcal{U}_0}{L} = \frac{9 - 6 - 1}{0,4} = 5\text{А}$$

2) В общем случае $I' = \frac{\mathcal{U}_C - \mathcal{E} - \mathcal{U}_0}{L}$, если $I' = I_{\text{max}}$, то $I' = 0 \Rightarrow \mathcal{U}_C = \mathcal{E} + \mathcal{U}_0 = 7\text{В}$



Найдем, как изменился заряд за это время $q = eU$

$$\Rightarrow q_1 = eU_1 ; \text{ (В начале)}$$

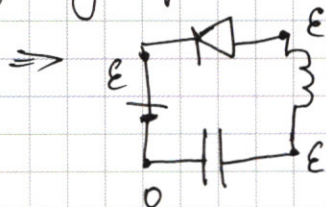
$$\text{В конце: } q_2 = eU_c \Rightarrow \Delta q = e(U_c - U_1)$$

Если в начале напряжение на катушке было максимальным, а потом начало убывать, то $U_k = 0$

$$\text{происходит в момент } T/4 \quad \frac{T}{4} = \frac{\pi \sqrt{L \cdot C}}{2}$$

$$I_{\max} = q' = \frac{e(U_1 - U_c) \cdot 2}{\pi \sqrt{L \cdot C}} = \frac{10^{-6} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,4}{\pi \sqrt{10^{-6} \cdot 0,4}} = \frac{1,6 \cdot 10^3}{\pi \sqrt{0,4}} \text{ A}$$

3) В уст. режиме ток через конденсатор не течет, напряжение на катушке неск.



$$U_2 = E$$

$$\text{Ответ: а) } T' = 5 \text{ A/c}$$

$$\text{б) } I_{\max} = \frac{1,6 \cdot 10^3}{\pi \sqrt{0,4}} \text{ A}$$

$$\text{в) } U_2 = E.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$L = 17R/15$$

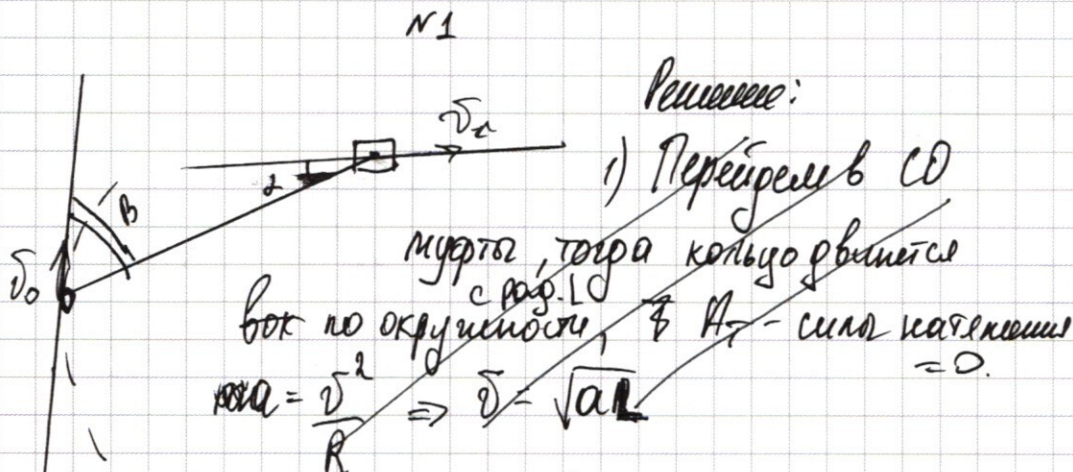
$$\cos \alpha = 4/5$$

$$\cos \beta = 8/17$$

$$1) v_0 = ?$$

$$2) v_{\text{отн}} = ?$$

$$3) T = ?$$



Решение:

1) Перейдем в СО

мурта, тогда кольцо движется

вок по окружности, $F_{\text{тр}}$ - сила трения $= 0$.

$$a = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{aR}$$

Т.к. нить не рвется, скорости на ее концах равны. Тогда спроецируем на нить:

$$v \cos \alpha = v_0 \cos \beta$$

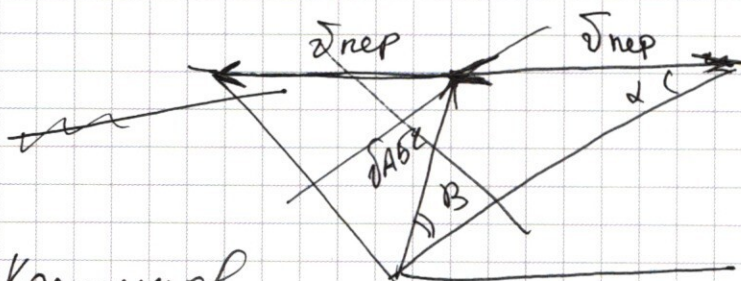
$$\Rightarrow v_0 = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 17}{5 \cdot 8} \Rightarrow$$

$$v_0 = \frac{17}{10} v = 3,4 \text{ м/с}$$

2) $v_{\text{отн}}$ По ЗСЗ

$$v_{\text{отн}} = v_{\text{АСС}} - v_{\text{пер}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\text{отн}} = v_0 -$$



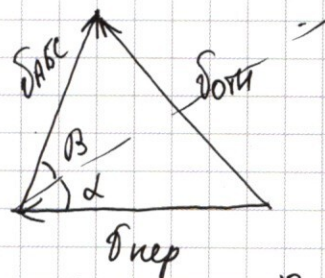
По т. Косинусов

$$v_{\text{отн}}^2 = v_{\text{АСС}}^2 + v_{\text{пер}}^2 - 2 \cos(\alpha + \beta) v_{\text{пер}} \cdot v_{\text{АСС}}$$

$$v_{\text{АСС}} = v_0; v_{\text{пер}} = v$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{4 \cdot 8}{5 \cdot 17} - \frac{3 \cdot 15}{5 \cdot 17} = -\frac{13}{17 \cdot 5}$$

Рисунок



$$\begin{aligned}
 v_{отн} &= \sqrt{v_0^2 + v^2 + \frac{2 \cdot 13}{5 \cdot 17} \cdot v_0 \cdot v} = \\
 &= \sqrt{\frac{17 \cdot 17 \cdot 4}{10 \cdot 10} + 4 + \frac{2 \cdot 13 \cdot 17 \cdot 2}{5 \cdot 17 \cdot 10}} = \sqrt{\frac{28 \cdot 17 \cdot 17 + 200 + 52}{5 \cdot 10^2}} = \\
 &= \sqrt{\frac{830}{5 \cdot 10^2}} = \frac{\sqrt{166}}{10} \text{ м/с}
 \end{aligned}$$

28)

Ответ: а) $v_0 = 3,4 \text{ м/с}$

б) $v_{отн} = \frac{\sqrt{166}}{10} \text{ м/с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{(x-1)^2}{4(x^2-1)} =$$

10

$$\frac{81}{4 \cdot 99} = \frac{9}{4 \cdot 11} = \frac{9}{44} < \frac{1}{5}$$

$$\begin{array}{r} 85 \overline{) 24} \\ 72 \overline{) 35} \\ 130 \overline{) 41} \\ -120 \\ \hline 100 \\ -96 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$f = \frac{f}{d} = \frac{gf}{4} \cdot \frac{9}{9f} = \frac{9}{4} \cdot \frac{64}{80} = \frac{16}{80} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{8}{4} \cdot \frac{8f}{18} = \frac{2f}{3} \quad 8 = \frac{49}{4 \cdot 63} = \frac{7}{4 \cdot 9} = \frac{7}{36} > \frac{1}{5}$$

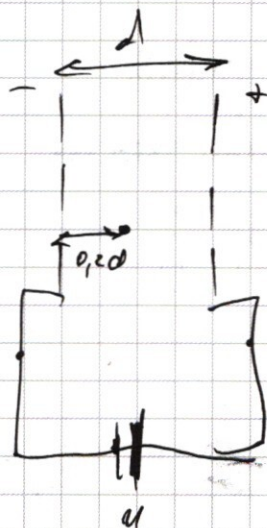
$$7 = \frac{36}{4 \cdot 48} = \frac{8}{4 \cdot 8} = \frac{1}{4}$$

$$6 = \frac{25}{4 \cdot 35} = \frac{5}{28}$$

$$4 \cdot \frac{9}{4 \cdot 15} = \frac{3}{20}$$

$$5 = \frac{16}{4 \cdot 24} = \frac{4}{4 \cdot 6} = \frac{1}{6}$$

$$3 \cdot \frac{4}{4 \cdot 9} = \frac{1}{9} \downarrow$$



ф.л. кон. координатора

$$q = \frac{f}{2} \quad p = \frac{E}{2}$$

$$c = \frac{q}{4}$$

q, ed

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

$$c \cdot u = q$$

$$E = \frac{B}{H} \quad E \cdot H$$

q, ed

$$W = \frac{cu^2}{2} = \left(\frac{qu}{2} \right) = qEd$$

$$\frac{d}{5} = 20$$

$$y = A = \frac{3}{2} RT_1 (\alpha^2 - 1) + RT_1 \frac{(\alpha - 1)^2}{(\alpha^2 - 1)} = 0,9$$

$$\frac{9}{4 \cdot 15} = \frac{3}{30} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{P_{11}(\alpha - 1)^2}{4 P_{11}(\alpha^2 - 1)} = \left(\frac{\alpha - 1}{(\alpha + 1)^4} \right)' = \frac{1}{4} \left(\frac{1 \cdot (\alpha + 1) - (\alpha - 1)}{(\alpha + 1)^2} \right) = \frac{1}{30} > \frac{7,5}{30}$$

$$= \frac{1}{4}$$

$$\frac{100}{4 \cdot 120} = \frac{25}{120} = \frac{5}{24} \quad \frac{5}{29} < \frac{1}{5}$$

$$\left(\frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} \right)' = \frac{(\alpha - 1)'(\alpha + 1) - (\alpha + 1)'(\alpha - 1)}{(\alpha + 1)^2} = \frac{\alpha + 1 - \alpha + 1}{(\alpha + 1)^2} = \frac{2}{4(\alpha + 1)^2} = 0$$

$$\alpha = 2,5$$

$$\frac{100}{4 \cdot 120} = \frac{25}{120} = \frac{5}{24}$$

$$\frac{100}{4 \cdot 120} = \frac{25}{120} = \frac{5}{24}$$

$$100 = \frac{4 \cdot 1}{4(\alpha + 1)} =$$

$$400 + 400\alpha = \alpha + 1$$

$$399\alpha =$$

$$\frac{2\alpha^3 - 2\alpha^2 + 2}{(\alpha^2 - 1)(\alpha^2 - 1)} = \frac{2\alpha^2(\alpha - 1) + 2(\alpha - 1)}{(\alpha^2 - 1)(\alpha^2 - 1)} = \frac{2(\alpha - 1)(\alpha^2 + 1)}{(\alpha^2 - 1)(\alpha^2 - 1)}$$

$$\frac{2}{4(\alpha + 1)^2} = \frac{1}{2(\alpha + 1)^2}$$

оп-е упрощает.

⇒ неограниченно

$$Q_u - Q_x = 2RT_1(\alpha^2 - 1) - \frac{3}{2}RT_1(\alpha^2 - 1) - \frac{5}{2}RT_1(\alpha - 1)$$

$$\frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} = \frac{0,5}{2,5} = \frac{1}{5}$$

$$RT_1 \left((2\alpha^2 - 2) - \left(\frac{3}{2}\alpha^2 \right) + \left(\frac{3}{2}\alpha \right) - \left(\frac{5}{2}\alpha + \frac{5}{2} \right) \right) = \left(\frac{\alpha^2}{2} - \alpha + \frac{1}{2} \right) =$$

$$\alpha = 3 \quad \frac{2}{4} = 0,5 = \frac{(\alpha - 1)^2}{4RT_1(\alpha^2 - 1)}$$

$$\alpha = 4 \quad \frac{3}{5} = 0,6$$

$$\frac{(\alpha - 1)^2}{(\alpha^2 - 1)} = \frac{2(\alpha - 1)(\alpha^2 - 1) - 2\alpha(\alpha - 1)}{(\alpha^2 - 1)^2} = \frac{(2\alpha - 2)(\alpha^2 - 1) - 2\alpha(\alpha - 1)}{(\alpha^2 - 1)^2}$$

$$= \frac{2\alpha^3 - 2\alpha - 2\alpha^2 + 2 - 2\alpha^2 + 2\alpha}{(\alpha^2 - 1)^2}$$