

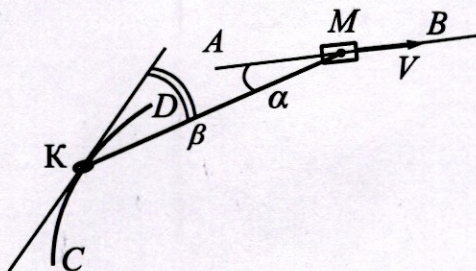
Олимпиада «Физтех» по физике, фе

Класс 11

Вариант 11-04

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

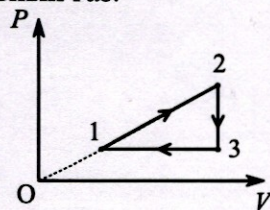
1. Муфту M двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной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

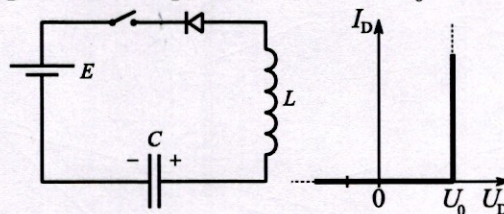
- 1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

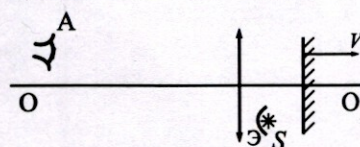
Ключ замыкают.

- 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 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.



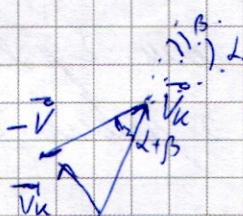
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Условие касания минимально:

$V_k \cos \beta = V \cos \alpha$, где V_k - скорость катка в этот момент

$$V_k = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 3,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

В с.о. "Мурман":

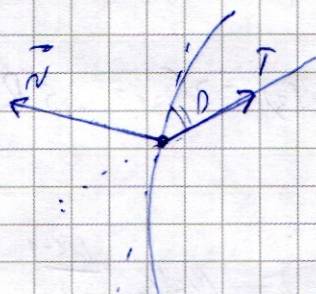


$\vec{V}_k' = \vec{V}_k - \vec{V}$, где V_k' - скорость катка относительно льда в этот момент

По теореме косинусов:

$$V_k'^2 = V^2 + V_k^2 - 2 \cos(\alpha + \beta) V_k \cdot V \Rightarrow V_k' = \sqrt{V^2 + V_k^2 - 2 \cos(\alpha + \beta) V_k \cdot V}$$

$$\Rightarrow V_k' = (V^2 + V_k^2 - 2(\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) V_k \cdot V)^{0.5} \Rightarrow V_k' = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



В с.о. "Мурман" катка движется по окружности радиуса $l \Rightarrow$

$$\Rightarrow m \frac{V_k'^2}{l} = T - N \sin \beta, \text{ где}$$

T - сила натяжения троса, а N - сила реакции швеллера.

В с.о. "Кобленбург" катка движется по окружности радиуса $R \Rightarrow$

$$m \frac{V_k'^2}{R} = T \sin \beta - N$$

$$T = \frac{m}{\cos^2 \beta} \left(\frac{15 V_k'^2}{\text{физика}} - \frac{V_k^2}{R \sin^2 \beta} - \sqrt{1 - \cos^2 \beta} \right) = 5,1 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $3,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 2) $4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 3) $5,1 \text{ Н}$

также применяя ур-ние Менделеева-Клапейрона и
состояния 1, 2, 3, получим, что полим. тепло. пропорцио-
нальна ур-нию 2-3 и 3-1

первое начало термодинамики:

$\Delta U = Q - A$ во все-го газа

а) Для процесса 2-3: $Q_{2,3} = \Delta U_{2,3} = 1,5 \nu R \Delta T_{2,3}$ ~~где $\Delta T_{2,3}$ - разность темп. в процессе 2 и 1~~
 $C_{2,3} = 1,5R$

б) Для процесса 3-1: $Q_{3,1} = A_{3,1} + \Delta U_{3,1} =$
 $= P_0 (V_0 - \kappa V_0) + 1,5 \nu R \Delta T_{3,1} = 2R T_1 - 2R T_3 + 1,5 \nu R \Delta T = 2,5 \nu R \Delta T$

Пусть V_0, P_0 - соответственно объём и давление в состоянии 1.
на 1-2 $P \sim V$, пусть V_0 объём в начале сост. 2 равен
 κV_0 , тогда давление в состоянии 2 равно κP_0

Процесс 2-3:

$$Q_{2,3} = \Delta U_{2,3} = 1,5 \nu R (T_3 - T_2) \Rightarrow C_{2,3} = 1,5R$$

Процесс 3-1:

$$Q_{3,1} = A_{3,1} + \Delta U_{3,1} = \frac{P_0 V_0 (1 - \kappa)}{\kappa - 1} + 1,5 \nu R (T_1 - T_3) =$$

 $= P_0 (\kappa V_0 - V_0) + 1,5 \nu R (T_1 - T_3) = 2,5 \nu R (T_1 - T_3) \Rightarrow C_{3,1} = 2,5R$

$$\frac{C_{2,3}}{C_{3,1}} = \frac{1,5R}{2,5R} = 0,6$$

2) Процесс 1-2: $A_{1,2} = \frac{P_0 + \kappa P_0}{2} (V_0 - \kappa V_0) = P_0 V_0 \frac{\kappa - 1}{2}$
 $\nu R T_2 = \kappa^2 P_0 V_0 \quad \nu R T_1 = P_0 V_0$

$$\Delta U_{1,2} = 1,5 \nu R (T_2 - T_1) = 1,5 (\kappa^2 P_0 V_0 - P_0 V_0) = 1,5 P_0 V_0 (\kappa^2 - 1)$$

$$\frac{\Delta U_{1,2}}{A_{1,2}} = \frac{(\kappa^2 - 1) \cdot 1,5 P_0 V_0}{P_0 V_0 (\kappa^2 - 1)} = 3$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

Напряженность эл. поля внутри конденсатора $E = \frac{U}{d}$

ЗЗ: $\frac{mv_1^2}{2} = |q|E \cdot qd \Rightarrow \frac{|q|}{m} = \frac{v_1^2}{1,6U}$

$\gamma = \frac{v_1^2}{1,6U}$

Тем выше у частицы будет скорость $-V_1$

$2V_1 = \alpha \cdot T$, где α - ускорение частицы

$m_0 = |q|E \Rightarrow \alpha = \frac{|q|E}{m} \Rightarrow T = \frac{2V_1}{|q|E} \cdot m =$

$= \frac{2V_1}{U} d \cdot \frac{1,6U}{v_1^2} \Rightarrow T = \frac{3,2d}{V_1}$

На расстоянии до обкладки конденсатора частица приобретет разность потенциалов $\Delta\varphi = -Ed = -U$

ЗЗ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + |q| \Delta\varphi$

$v_0^2 = v_1^2 - 2 \frac{|q|}{m} U \Rightarrow v_0 = \sqrt{v_1^2 - \frac{v_1^2}{98}}$

$\Rightarrow v_0 = v_1 \sqrt{\frac{98}{100}} = v_1 \frac{7}{10}$

Ответ: 1) $\gamma = \frac{v_1^2}{1,6U}$ 2) $T = \frac{3,2d}{V_1}$ 3) $v_0 = v_1 \frac{7}{10}$

1) $E + LI = U_1 - U_0$ - правило Кирхгофа

$$\dot{I} = \frac{U_1 - U_0 - E}{L} = \frac{2B}{0,4 \text{ Гн}} = 5 \frac{\text{А}}{\text{с}^2}$$

2) При взятии минимальных, когда $\dot{I} = 0$, мин. ток - $\bar{I}$

Правило Кирхгофа: $E = U_C - U_0$, где U_C - напряжение на конденс. в этот момент

$$\Rightarrow U_C = E + U_0$$

$$3C \Rightarrow \frac{LI^2}{2} + \frac{C(E+U_0)^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2} - E(CU_1 - (E+U_0)C) + U_0(CU_1 - (E+U_0)C)$$

$$LI^2 = CU_1^2 - C(E+U_0)^2 + 2(U_0 - E)C(U_1 - E - U_0)$$

$$I = \left(\frac{CU_1^2 - C(E+U_0)^2 + 2(U_0 - E)C(U_1 - E - U_0)}{L} \right)^{0,5} =$$

$$= \left(\frac{21 \cdot 10^{-5} \text{ А}^2 - 48 \cdot 10^{-5} \text{ А}^2 + 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \text{ А}^2}{0,4 \text{ Гн}} \right)^{0,5} =$$

$$= \left(\frac{12 \cdot 10^{-5} \text{ А}^2}{0,4 \text{ Гн}} \right)^{0,5} = (3 \cdot 10^{-4} \text{ А}^2)^{0,5} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ А} \approx$$

$$\approx 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ А}$$

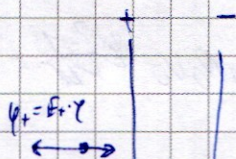
3) В установившемся режиме $\dot{I} = 0$ и $I = 0$

ток прекратил течь $\Rightarrow$ на конденс. напряжение U_0

Правило Кирхгофа: $E = -U_0 + U_2 \Rightarrow U_2 = E + U_0 = 10 \text{ В}$

Ответ: 1) $5 \frac{\text{А}}{\text{с}^2}$ 2) $1,7 \cdot 10^{-2} \text{ А}$ 3) 10 В

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

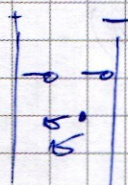


$$E \cdot \gamma_{\text{от}} - E \gamma_{\text{к}} = -E \cdot d = -U$$

$$\frac{mV_{\text{к}}^2}{2} = \frac{mV_{\text{от}}^2}{2} + q(\Delta\varphi)$$

$$\frac{mV_{\text{к}}^2}{2} =$$

$$\frac{mV_{\text{к}}^2}{2} = \frac{mV_{\text{от}}^2}{2} +$$



$$E \cdot \gamma_1 + E \gamma_2 = E \cdot d$$

v2 (продолжение)

3) работа газа за цикл $A = \frac{\kappa p_0 - p_0}{2} (kV_0 - V_0) = p_0 V_0 \frac{(\kappa - 1)^2}{2}$

От Произведенное тепло $Q_+ = Q_{1,2}$

$\eta = \frac{A}{Q_+}$

$Q_{1,2} = A_{1,2} + \Delta U_{1,2} = p_0 V_0 \frac{\kappa^2 - 1}{2} + 1,5 p_0 V_0 \frac{\kappa^2 - 1}{2} =$
 $= 2 p_0 V_0 (\kappa^2 - 1)$

$\eta = \frac{p_0 V_0 \frac{(\kappa - 1)^2}{2}}{2 p_0 V_0 (\kappa^2 - 1)} = \frac{\kappa - 1}{4(\kappa + 1)}$

$\eta' = \frac{1}{2(\kappa + 1)^2} \Rightarrow$ при увеличении κ η растет

$\eta_{\max} = \lim_{\kappa \rightarrow \infty} \frac{\kappa - 1}{4(\kappa + 1)} = 0,25$

Ответ: 1) 96 2) 3 3) 0,25

v3 (продолжение)

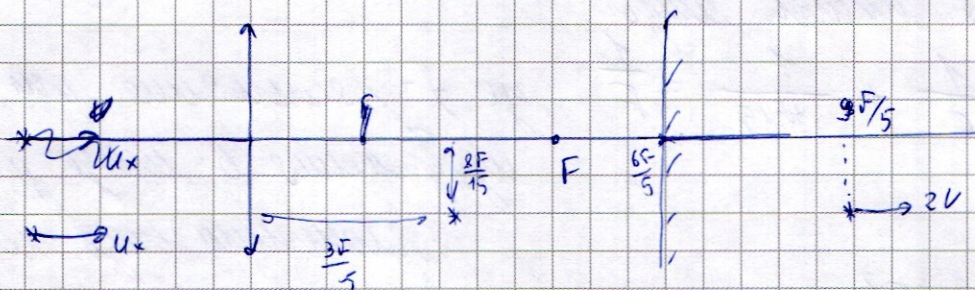
$\frac{m V_1^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} - |q| \cdot \Delta \varphi$, где $\Delta \varphi$ - разность потенциалов, через которую пролетит частица.

через которую пролетит частица. Потенциал пройден частица от края обложки до противоположной обложки $\Delta \varphi = E d = U$

$V_0^2 = V_1^2 + 2 \frac{|q|}{m} U \Rightarrow V_0 = \sqrt{V_1^2 + \frac{V_1^2}{0,8}} = V_1 \frac{3}{\sqrt{5}}$

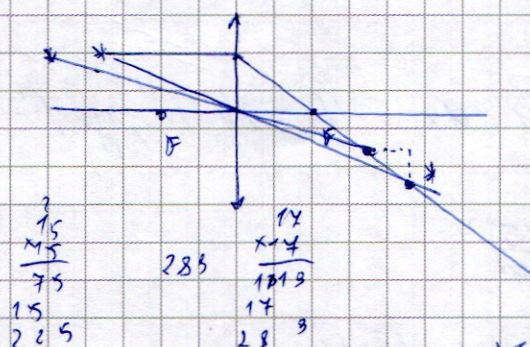
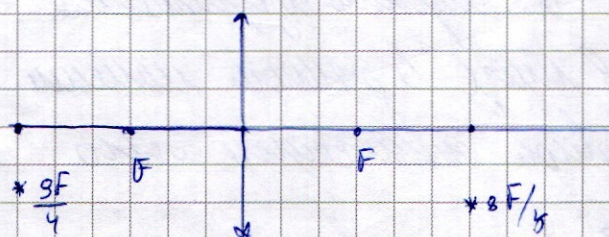
Ответ: 1) $\eta = \frac{V_1^2}{1,6U}$ 2) $T = \frac{32d}{V_1}$ 3) $V_1 \frac{3}{\sqrt{5}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$1) \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f} \quad \text{or} = \frac{\frac{9f}{5}}{f} = \frac{9}{5} \frac{1}{f}$$

$$2) \quad u_x = 2V \cdot r^2 = 2V \cdot \left(\frac{f}{j}\right)^2 = 2V \cdot \left(\frac{F}{j \cdot F}\right)^2$$



$$\frac{h}{h_0} = \frac{f}{d}$$

$$h = h_0 \frac{f}{d}$$

$$h' = h_0 \frac{f'}{d + \delta \cdot d}$$

$$\sin \alpha = \frac{8F/15}{\sqrt{(8F/15)^2 + F^2}} = \frac{8}{17}$$

$$u = 2V \cdot \left(\frac{5}{4}\right)^2 \cdot \frac{14}{15} = V \cdot \frac{2 \cdot 25 \cdot 14}{16 \cdot 15} = \frac{5 \cdot 17}{8 \cdot 3} = \frac{75}{24}$$

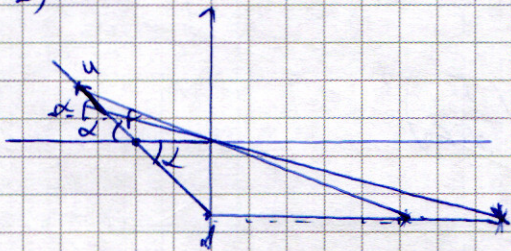
1) ~~$\frac{1}{F} = \frac{1}{F}$~~ 1) Зеркало создает изображение источника на расстоянии $\frac{3F}{5} + 2\left(\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5}\right) = \frac{3F}{5}$ от материальной линзы

Эффективная материальная линза:

$$\frac{1}{F} + \frac{1}{3F/5} = \frac{1}{F}, \text{ где } F - \text{расстояние от изображения в линзе до материальной линзы}$$

$$F = \frac{\frac{9}{5} F^2}{\frac{4}{5} F} = \frac{9}{4} F = 2,25 F$$

2)



Изображение источника в зеркале двукратно увеличено $2\vec{V}$.

$\vec{V}$ - скорость изображения в линзе в данный момент.

α - угол между скоростью $\vec{V}$ и главной оптической осью

$$\cos \alpha = \frac{F}{\sqrt{F^2 + \left(\frac{8F}{15}\right)^2}} = \frac{15}{17}$$

3) Промежуточная скорость u на OO_1 - u_x $u_x = 2V \cdot r^2$, где r - поперечное увеличение

$$u_x = 2V \cdot \left(\frac{F}{3F/5 - F}\right)^2 = 2V \cdot \left(\frac{5}{4}\right)^2$$

$$u = u_x \cos \alpha = 2V \cdot \left(\frac{5}{4}\right)^2 \cdot \frac{15}{17} = \frac{85}{24} V \approx 3,54 V$$

Ответ: 1) $2,25 F$ 2) $\cos \alpha = \frac{15}{17}$ 3) $\frac{85}{24} V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1164 - 1156 = 8$$

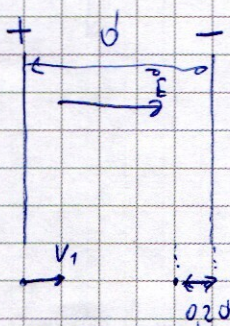
~2

$$T = 94 \cdot 10^{-2} \cdot \left(\frac{117}{3}\right)^2 \cdot \frac{15}{15 \cdot 38}$$

$$\eta = \frac{k-1}{4(k+1)}$$

$$\eta' = \frac{4(k+1) - (k-1) \cdot 4}{16(k+1)^2} = \frac{1}{2(k+1)^2}$$

$$\eta_{\max} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{k-1}{4(k+1)} = 0,25$$



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

$$\frac{mV_1^2}{2} = |q| \cdot E \cdot 0,8d \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = |q| \cdot U \cdot 0,8$$

$$\gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{V_1^2}{2 \cdot U \cdot 0,8} = \frac{V_1^2}{1,6U}$$

$$\varphi_+ = E \cdot r_1 \quad \varphi_- = -E \cdot r_2 \quad \varphi = \varphi_+ + \varphi_- = E(1-d)$$

$$2V_1 = a \cdot T = T = \frac{2V_1}{a}$$

$$ma = |q|E \Rightarrow a = \frac{|q|E}{m} \Rightarrow T = \frac{2V_1}{|q|E} \cdot m = \frac{2V_1}{U} \cdot \frac{1,6U}{V_1^2}$$

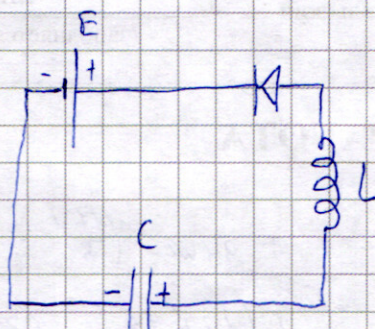
$$T = \frac{3,2d}{V_1}$$

$$\varphi_+ = E \cdot r_1 \quad \varphi_- = -E \cdot r_2 \quad \varphi = \varphi_+ + \varphi_- = E(1-d)$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + |q|E d = \frac{mV_1^2}{2} + |q|U$$

$$V_0^2 = V_1^2 + 2 \frac{|q|}{m} U \Rightarrow V_0 = \sqrt{V_1^2 + V_1^2 / 0,8} = V_1 \sqrt{\frac{18}{10}} = \frac{V_1 \cdot 3}{\sqrt{5}}$$

24



$$1) E + L \dot{I} = U_1$$

$$\dot{I} = \frac{U_1 - E}{L}$$

$$2) E - L \dot{I} = U_D + U_C$$

~~24~~

$$2) E = U_C \Rightarrow q_C = C U_C = E \cdot C$$

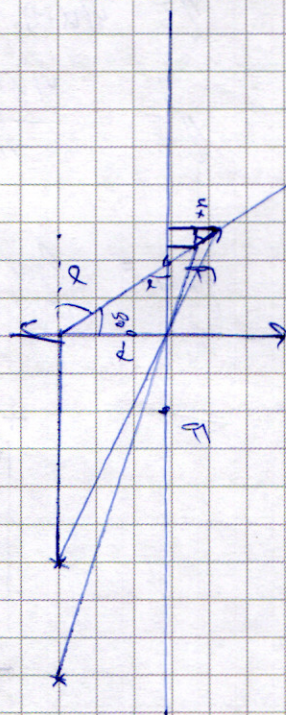
$$\frac{L I_0^2}{2} + \frac{C E^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} - E \cdot (q_D - q_C)$$

$$\frac{L I_0^2}{2} + \frac{C E^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} - E (C U_1 - E C)$$

$$L I_0^2 + C E^2 = C U_1^2 - 2 E C (U_1 - E)$$

$$I_0 = \sqrt{\frac{C U_1^2 - C E^2 + 2 E C (U_1 - E)}{L}}$$

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



$$3) E = U_D + U_C \Rightarrow E = -U_D + U_C \Rightarrow U_C = E + U_D$$

$$\frac{L I_0^2}{2} + \frac{C (E + U_D)^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} - E (C U_1 - (E + U_D) C) + U_D \cdot (E + U_D) \cdot (C U_1 - (E + U_D) C)$$

$$\frac{L I_0^2}{2} + \frac{C (E + U_D)^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} + (U_D - E) \cdot C (U_1 - E - U_D)$$

$$U_C = U_D + E$$

$$U_D = U_C - E$$

$$(U_C - U_D) = (d_0 - d_1)$$

$$U_C - U_D = (d_0 - d_1) \cdot \frac{U_D}{(d_1 - E)}$$

$$U_C - U_D = \frac{d_0 d_1}{(d_1 - E)(d_0 - E)} \cdot U_D$$

$$\frac{U_C - U_D}{U_D} = \frac{d_0 - E - d_1 + E}{(d_1 - E)(d_0 - E)}$$

$$(U_C - U_D) = U_D \cdot \frac{d_1 - E - d_0 + E}{(d_1 - E)(d_0 - E)}$$

$$U_D = U_C \cdot \frac{E}{d_0 - E}$$

$$I_0 = \sqrt{\frac{C U_1^2 - C (E + U_D)^2 + 2 (U_D - E) C (U_1 - E - U_D)}{L}}$$

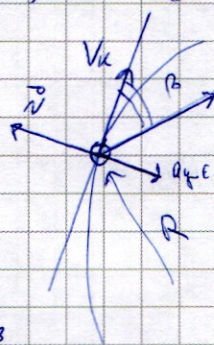
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos\alpha \cos\beta - \sin\alpha \sin\beta = \quad \text{N1}$$

$$= 4/5 \cdot \frac{8}{14} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{14} =$$

$$= \frac{32}{5 \cdot 14} - \frac{45}{5 \cdot 14} = \frac{11 - 13}{5 \cdot 14} =$$

$$= \frac{-2}{5 \cdot 14}$$



$$V_k \cdot \cos\beta = V \cdot \cos\alpha$$

$$V_k = V \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{2 \text{ м}}{\text{с}} \cdot \frac{4/5}{8/14} = \frac{2 \text{ м}}{\text{с}} \cdot \frac{14}{10} = 2.8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 38 \\ \hline 256 \\ 960 \\ \hline 1216 \end{array}$$

В с.о. "Мурман":

По теореме косинусов:

$$V_k'^2 = V^2 + V_k^2 - 2 \cos(\alpha + \beta) V_k \cdot V =$$

$$= 4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 + \left(2.8 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 - \frac{2 \cdot 13}{5 \cdot 14} \cdot 2.8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

$$= 4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 + (2.8 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 - \frac{2 \cdot 13 \cdot 2.8 \cdot 2}{5 \cdot 14} =$$

$$m \frac{V_k'^2}{R L} = T - N \sin\beta$$

$$m \frac{V_k'^2}{R} = T \sin\beta - N$$

$$N = T \sin\beta - m \frac{V_k'^2}{R}$$

$$m \frac{V_k'^2}{L} = T - T \sin^2\beta + m \frac{V_k'^2}{R} \sin\beta$$

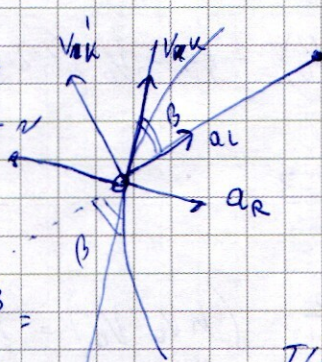
$$T(1 - \sin^2\beta) = m \left(\frac{V_k'^2}{L} - \frac{V_k'^2}{R} \sin\beta \right)$$

$$T = \frac{m}{\cos^2\beta} \left(\frac{V_k'^2}{L} - \frac{V_k'^2}{R} \sin\beta \right)$$

$$2.4 \cdot \frac{4 \cdot 14 \cdot 3 \cdot 609}{14 \cdot 32 \cdot 10} = \frac{14 \cdot 3 \cdot 609}{16 \cdot 32 \cdot 10} =$$

$$= \frac{14 \cdot 3 \cdot 152}{4 \cdot 32 \cdot 10} = \frac{14 \cdot 3}{10} = 5.114$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 3.4 \\ \hline 13.6 \\ 70.2 \\ \hline 715.6 \end{array}$$

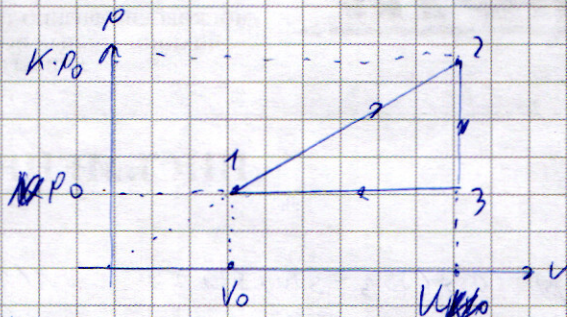


$$\begin{aligned} 4(3.4)^2 + \frac{2 \cdot 16 \cdot 13}{100} &= \\ &= 4 + \frac{1156}{100} + \frac{104}{100} = \\ &= \frac{1156 + 608}{100} = \\ &= \frac{1764}{100} = (4.2)^2 \\ V_k'' &= 4.2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$

1/2

Во процессе 1-2 произошло
повышение температуры.

Во процессах 2-3 и 3-1
произошло понижение температуры.



Процесс 2-3: $Q_{23} = \Delta U_{23} = 1,5 \nu R \Delta T$

$$C_v = 1,5 R$$

Процесс 3-1: $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = P_0 (V_0 - kV_0) + 1,5 \nu R \Delta T =$

$$= \nu R T_1 - \nu R T_3 + 1,5 \nu R \Delta T = 2,5 \nu R \Delta T$$

$$C_v = 2,5 R$$

$$\frac{C_v}{C_p} = \frac{1,5 R}{2,5 R} = 0,6$$

Процесс 1-2: $A_{12} = \frac{1}{2} (kP_0 - P_0) (kV_0 - V_0)$

$$A_{12} = \frac{P_0 + kP_0}{2} \cdot (kV_0 - V_0) = P_0 V_0 \cdot \frac{(k+1)(k-1)}{2}$$

$$\Delta U_{12} = 1,5 \nu R (T_2 - T_1) = 1,5 (k^2 P_0 V_0 - P_0 V_0) = 1,5 P_0 V_0 (k^2 - 1)$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{1,5 P_0 V_0 (k^2 - 1) \cdot 2}{P_0 V_0 (k^2 - 1)} = 3$$

Работа газа за цикл $A = \frac{kP_0 - P_0}{2} \cdot (kV_0 - V_0) = P_0 V_0 \cdot \frac{(k-1)^2}{2}$

К системе передается тепло только в процессе 1-2.

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 2 P_0 V_0 (k^2 - 1)$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{P_0 V_0 (k-1)^2}{2 \cdot 2 P_0 V_0 (k^2 - 1)} = \frac{k-1}{4(k+1)}$$