

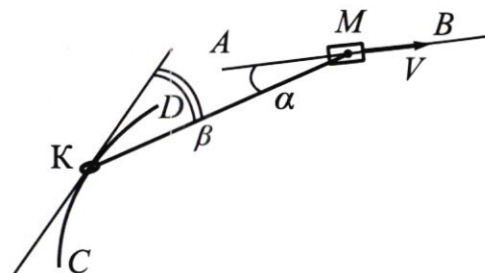
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-03

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



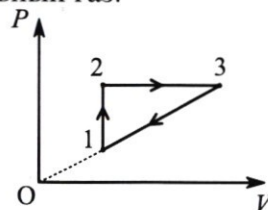
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

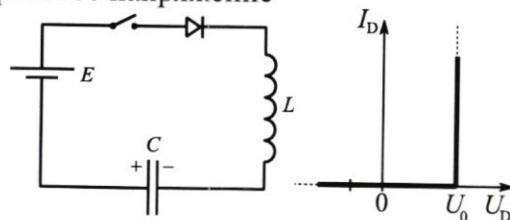
1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

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 $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ 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.

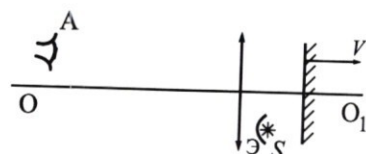
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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 плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.

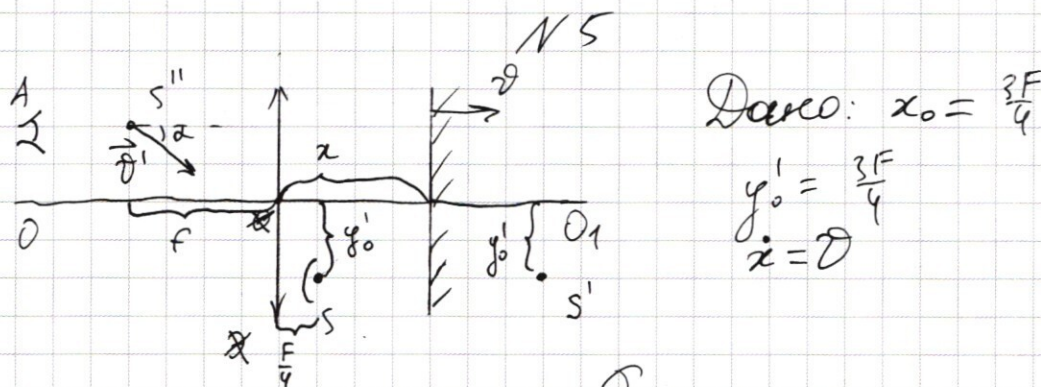
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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



Дано: $x_0 = \frac{3F}{4}$

$y_0' = \frac{3F}{4}$
 $x = 0$

Решение:

- 1) S' — изображение S в зеркале.
 S'' — изображение S' в линзе.

Запишем ур-ние линзы:

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

$l = \frac{F\delta}{\delta - F}$, где δ — расстояние от линзы до S' :

$\delta = 2x - \frac{F}{4} = x + (x - \frac{F}{4})$, где x — расст. от линзы

до зеркала
 $l = \frac{F(2x - \frac{F}{4})}{2x - \frac{5F}{4}}$

При $x = x_0$, т.е. $x = \frac{3F}{4}$ $l = \frac{F \cdot (\frac{6F}{4} - \frac{F}{4})}{\frac{6F}{4} - \frac{5F}{4}} = 5F$

П.к. $l > 0$, то S'' образуется по другую сторону линзы от S' , т.е. слева.

- 2) Пусть x и y' — высота изобр. S'' над осью OO_1 ,

тогда $\alpha = \arctg(\frac{y_0'}{f})$

$$y' = y_0' \cdot \frac{f}{\delta} \Rightarrow y' = y_0' \cdot \left(\frac{F}{\delta - F}\right) = y_0' F \left(\frac{-1}{\delta - F}\right) = y_0' F \left(\frac{-20}{\delta - F}\right)$$

$$\dot{f} = \left(\frac{F \dot{d}}{d-F} \right) =$$

$$= F \frac{\dot{d}(d-F) - \dot{d} \cdot d}{(d-F)^2} = F \dot{d} \frac{-F}{(d-F)^2} = -\left(\frac{F}{d-F} \right)^2 (2x - \frac{F}{4}) = -\left(\frac{F}{d-F} \right)^2 2\vartheta$$

$$u_{\max}, \quad \alpha = \arctg \left(\frac{f_0' F (-2\vartheta) \frac{1}{(d-F)^2}}{-\left(\frac{F}{d-F} \right)^2 \cdot 2\vartheta} \right) = \arctg \left(\frac{f_0'}{F} \right) = \arctg \left(\frac{3}{4} \right)$$

$$3) |\dot{\vartheta}'| = \sqrt{\dot{f}^2 + \dot{y}'^2} = \sqrt{\left(\frac{F}{d-F} \right)^2 (2\vartheta)^2 (f_0'^2 + F^2)} =$$

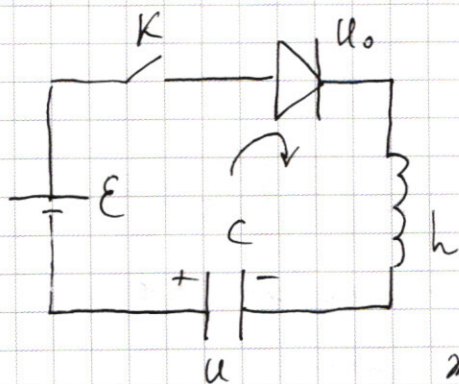
$$= \frac{F \sqrt{f_0'^2 + F^2}}{(d-F)^2} \cdot 2\vartheta$$

$$\text{П.к.} \quad d(0) = 2(x_0) - \frac{F}{4} = \frac{6}{4} - \frac{F}{4} = \frac{5F}{4}, \quad f_0' = \frac{3F}{4}, \text{ мс}$$

$$|\dot{\vartheta}'| = \frac{F^2 \sqrt{\frac{9}{16} + 1}}{\left(\frac{5}{4} - 1 \right)^2 F^2} \cdot 2\vartheta = \frac{\sqrt{\frac{25}{16}}}{\frac{1}{4}} \cdot 2\vartheta = 4 \cdot 5 \cdot 2\vartheta = 40\vartheta$$

Ответ: 1) слева от мнглы на расст. $5F$
 2) $\alpha = \arctg \left(\frac{3}{4} \right)$
 3) $|\dot{\vartheta}'| = 40\vartheta$

✓ 4



Дано: $L = 0,1 \text{ Гн}$, $C = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$, $U_1 = 2\text{В}$
 $U_0 = 1\text{В}$, $E = 6\text{В}$

Решение:

1) До открытия диода напряжение на катушке равно 0.

После замыкания К, но до открытия диода, напряжение на его концах равно $E + U_1 + U_0$.

$\Rightarrow$ диод сразу откроется

Напряжение на диоде: $U_0 \Rightarrow$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

По 2-ой правую К-ра:

$\mathcal{E} + U - U_0 = \dot{I}L$, где U — напряжение на конденсаторе: $U = U_1 - \frac{q}{C}$

$$U_1 + \mathcal{E} - U_0 = \dot{I}L + \frac{q}{C}$$

При $t = 0$

Сразу после открытия диода ^{сила} тока ^{на} равен 0, т.к. в цепи катушка. $\Rightarrow U = U_1$ в этот момент, а $\dot{I}_0 = \frac{1}{L}(\mathcal{E} + U_1 - U_0) = \frac{1}{0,1}(6 + 2 - 1) = 10(\text{В}) = 70 \frac{\text{А}}{\text{с}}$ — скорость изменения тока.

2) $\mathcal{E} + U_1 - U_0 = \dot{I}L + \frac{q}{C}$ — уравнение гарм. колебаний

$$q = q_0(1 - \cos \omega t), \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$I = \dot{I} = q_0 \omega \sin \omega t$$

$$\dot{q} = \dot{I} = q_0 \omega^2 \cos \omega t$$

При $t = 0$: $\dot{q} = q_0 \omega^2 = \frac{q_0}{LC}$, $q = 0 \Rightarrow$

$$\mathcal{E} + U_1 - U_0 = \frac{q_0}{LC} \cdot L + \frac{0}{C}$$

$$q_0 = C(\mathcal{E} + U_1 - U_0)$$

Сила тока максимальна при $\dot{I} = 0$:

$$\cos \omega t_1 = 0 \Rightarrow \sin \omega t_1 = 1 \Rightarrow I_{\text{max}} = q_0 \omega = C(\mathcal{E} + U_1 - U_0) \frac{1}{\sqrt{LC}} = (\mathcal{E} + U_1 - U_0) \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$I_{\text{max}} = (6 + 2 - 1) \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-10}}{10^{-5}}} = 7 \cdot 2 \frac{1}{10^2} = 1,4 \cdot 10^{-1} \text{ А}$$

3) Напряжение на конденсаторе установится

сразу после закрытия диода, т.к. ток ^{теперь} будет не будет.

Диод закроется при $\varepsilon + U = \varepsilon + U =$
 $I \leq 0$, т.е. ток в обратном напр. не пойдёт.

$$I = 0 \Rightarrow \cos \omega t \sin \omega t = 0 \Rightarrow \cos \omega t = -1, \text{ т.к. } t \neq 0 \Rightarrow$$

$$q = q_0(1 - \cos \omega t) = 2q_0, \text{ а } U_2^* = U_1 - \frac{q}{C} = U_1 - 2\frac{q_0}{C} =$$

$$= U_1 - 2(\varepsilon + U_1 - U_0) = 2U_0 - 2\varepsilon - 2U_1$$

$$U_{\text{на}} = U_2^* = 2 \cdot 1 - 2 \cdot 6 - 2 \cdot 2 = 2 - 12 - 4 = -14 \text{ В} - 12 \text{ В}, \text{ т.е.}$$

наное конд. обратится.

После закрытия диода напряжение на кат. ~~и~~ спадёт и на диоде
 будет напряжение $\varepsilon + U_2 = -6 \text{ В} < U_0 \Rightarrow$
 ток не пойдёт опять $\Rightarrow U_2$ сохранится.

Ответ: $\cancel{I_0 = 1,4 \cdot 10^{-1} \text{ А}}$ $I_0 = 70 \frac{\text{А}}{\text{с}}$

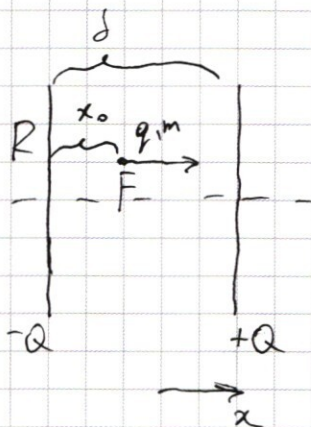
$$I_{\text{max}} = 1,4 \cdot 10^{-1} \text{ А}$$

$$U_2 = -12 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$\begin{aligned} R &\rightarrow d, S, \\ x_0 &= 0,3d, \\ q &< 0, d, \\ v_0 &= 0, v_1, \\ \gamma &= \frac{Q}{m, Q, d} \end{aligned}$$



N 3

Решение:

$$\begin{aligned} 1) \quad F &= qE \\ m a &= qE \\ a &= \gamma (-E) \\ E &= \frac{-Q}{2\epsilon_0 S} \end{aligned}$$

П.к. E — однородно, то

$$a = \text{const} \Rightarrow$$

$$T = \sqrt{\frac{2(d - x_0)}{a}}$$

$$a = \gamma \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \gamma (-E)$$

$$T = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2d}{\gamma Q} \epsilon_0 S}, \text{ но}$$

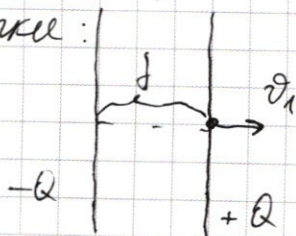
$$(d - x_0) F q = \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0 S} - \frac{1}{2} \gamma \cdot \frac{v_1^2}{0,7d} = \frac{5 v_1^2}{7 d \gamma} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{4d \cdot 7 d \gamma}{10 \cdot 5 v_1^2 d^2}} = \frac{\sqrt{14}}{5} \cdot \frac{d}{v_1}$$

$$2) \quad Q = \frac{5}{7} \frac{v_1^2}{d \gamma} \cdot \epsilon_0 S$$

$$Q = \frac{5 v_1^2 \epsilon_0 S}{7 d \gamma}$$

3) Рассчитаем заряд в момент прохождения сетки:



заряд в момент прохождения сетки. Найдем его потенциал:

$$\varphi = -k \int_0^d \frac{2\pi r dr}{\pi r^2} \cdot Q \cdot \frac{1}{\sqrt{d^2 + r^2}} + k \int_0^d \frac{2\pi r dr}{\pi r^2} Q \cdot \frac{1}{r}$$

$$\varphi = -kQ \int_0^R \frac{2dr}{r\sqrt{d^2+r^2}} + kQ \int_0^R \frac{2dr}{r^2}$$

П.к. $d \ll R, m_0 \int_0^R \frac{2dr}{r\sqrt{d^2+r^2}} \approx \int_0^R \frac{2dr}{r^2} \left(1 - \frac{d^2}{2r^2}\right) \Rightarrow$

$$\varphi = kQ \int_0^R \frac{2d^2}{2r^3} dr = kQ \cdot \frac{d^2}{3R^3}$$

А1 на $\infty \varphi = 0 \Rightarrow$

$$\frac{1}{2} m v_{\infty}^2 = \frac{1}{2} m v_{10}^2 + (\varphi_0 - \varphi_{\infty})$$

$$v_{\infty}^2 = v_1^2 + \varphi_0$$

$$v_2^2 = v_{\infty}^2 = v_1^2 + kQ \delta \frac{d^2}{3R^3}, \text{ где } R = \sqrt{\frac{\epsilon}{\pi}}$$

Отверстия: $T = \frac{\sqrt{\pi}}{5} \frac{d}{v_1}$

$$Q = \frac{5v_1^2 \epsilon_0 \delta}{\pi \delta}$$

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + kQ \delta \frac{d^2}{3R^3}}, \text{ где } R = \sqrt{\frac{\epsilon}{\pi}}$$

$$(v_2 = \sqrt{v_1^2 - kQ \delta \frac{d^2}{3R^3}})$$

№ 2

Решение:

Дано:

$$\frac{P_{13} = \Delta V_{13}}{P_1 = V_1}$$

$$\frac{P_2 = V_3}{P_1 = V_2}$$

$$i = 3$$

1) Пусть $P_2 = \Delta V_3, P_1 = \Delta V_2$.

Повышение темп.

происходит на 1-2 и 2-3.

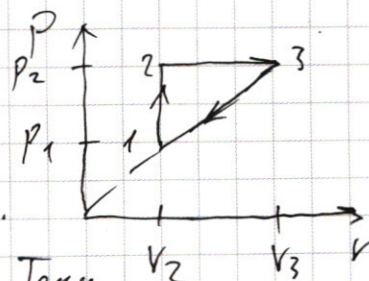
$$C_{12} \delta T_{12} = P_{12} \delta V_{12} + \frac{3}{2} \nu R \delta T_{12} - I_3 \text{ Темп.}$$

$$V_{12} = \text{const} \Rightarrow \delta V_{12} = 0 \Rightarrow$$

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

Запишем I_3 . Темп. для 2-3:

$$\nu C_{23} \delta T_{23} = P_{23} \delta V_{23} + \frac{3}{2} \nu R \delta T_{23}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Запишем ур-ние м-к:

$$PV = \nu RT$$

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

$$\delta V = \nu R \frac{P \delta T}{P^2} - \nu R \frac{T \delta P}{P^2} \Rightarrow$$

$$\text{По } 2-3 \quad \nu C_{23} \delta T_{23} = \nu R \delta T_{23} - \nu R \frac{T_{23} \delta P_{23}}{P_{23}} + \frac{3}{2} \nu R \delta T_{23}$$

$$\text{По } \text{процессу } 2-3 \quad P_{23} = \text{const} \Rightarrow \delta P_{23} = 0 \Rightarrow$$

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

$$U_{\max}, \quad \frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$$

$$2) \quad \Delta U_{23} = \int_{T_2}^{T_3} \nu R \delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$A_{23} = \int_{V_2}^{V_3} P \delta V = P_2 (V_3 - V_2), \text{ м.к. } P_2 = \text{const на проц. } 2-3.$$

По ур-нию м-к:

$$\nu R T_3 = P_2 V_3, \quad \nu R T_2 = P_2 V_2 \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} P_2 (V_3 - V_2)}{P_2 (V_3 - V_2)} = \frac{3}{2}$$

$$3) \quad \eta = \frac{A}{Q_K} = \frac{\frac{1}{2} \Delta P \Delta V}{\frac{5}{2} \nu (V_3 - V_2) \frac{1}{2} + \frac{3}{2} \nu P_2 (V_3 - V_2)}$$

Дано:

$$v = 34 \cdot 10^{-2} \frac{м}{с}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 0,53 \text{ м}$$

$$l = \frac{5R}{4}$$

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

$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$

N 1

Решение:

1) П.к. киты натянута и
нерастянута, то

$$v_k \cos \beta = v \cos \alpha$$

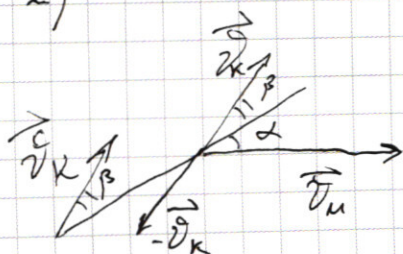
(скорости концов киты в проекции
на киты равны).

$$v_k = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$v_k = 34 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{3} = 34 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{25}{17} = 50 \cdot 10^{-2} = 5 \cdot 10^{-1} \frac{м}{с}$$

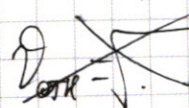
$$v_k = 0,5 \frac{м}{с}$$

2)



П.к. $\vec{v}_{отн} = \vec{v}_k - \vec{v}_m$, то

$$v_{отн} = \sqrt{v_k^2 + v_m^2 - 2v_k v_m \cos(\alpha + \beta)}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

✱

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

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

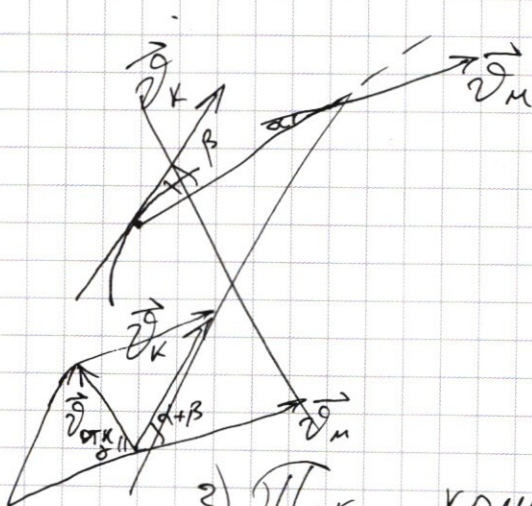
$$= \frac{1}{17 \cdot 5} (45 - 32) = \frac{13}{17 \cdot 5} = \frac{13}{85}$$

$u_{\text{max}}, v_k = 0,5 \frac{m}{c}, v_m = 34 \cdot 10^{-2} \frac{m}{c}, \cos(\alpha) = \frac{13}{85} \Rightarrow$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{34^2}{10^4} - 2 \cdot \frac{13}{85} \cdot 34 \cdot 10^{-2} \cdot 0,5} = \sqrt{\frac{1}{4} + \left(\frac{34}{10^2}\right)^2 - \frac{2 \cdot 6}{500}} =$$

$$= \sqrt{0,25 + 0,1156 - 0,052} = \sqrt{0,3136} = 10^{-2} \sqrt{3136} \approx \frac{18}{100} =$$

$$= 0,18 \frac{m}{c}$$

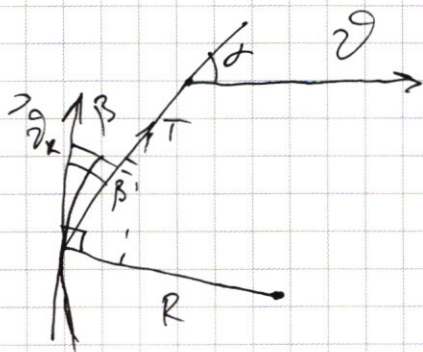


$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_k - \vec{v}_m$$

Поэтому $\vec{v}_{\text{отн}}$ составляет с $\vec{v}_m$ тогда

$$\frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} =$$

3) П.к. кольцо движется по окр. со скоростью v_k в этот момент, то.



$\Pi_0 = 3$. Германа:

$$T \sin \beta = m \frac{v_k^2}{R}$$

$$T = \frac{m v_k^2}{R \sin \beta}$$

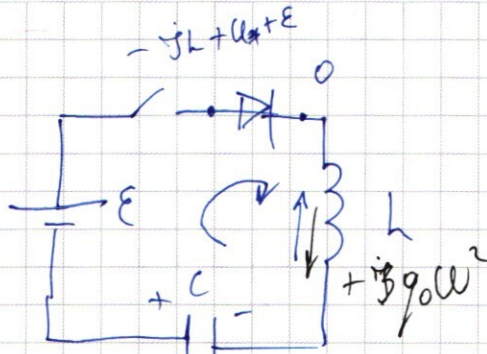
$$T = \frac{0,3 \cdot \frac{1}{5}}{0,53 \cdot \frac{4}{5}} = \frac{3 \cdot 50}{53 \cdot 16} = \frac{3}{16} = 0,1875 \text{ Н}$$

Ответ: $v_k = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$v_{\text{отн}} \approx 0,18 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$T \approx 0,19 \text{ Н}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$q_0 = U_1 C$$

$$U + E - iL = U_0 \quad E + U - U_0 = iL$$

$$i = 0 \quad E + 2U_0 - 2E - U_1 = 2U_0 - E - U_1$$

$$2) \quad E + U - U_0 = iL \quad 2 - 6 - 2$$

$$U = U_1 - \frac{q}{C}$$

$$E - U_0 + U_1 = \frac{q}{C}$$

$$i = 0 \Rightarrow E + U = U_0$$

$$U = U_0 - E$$

$$\dot{U} = -\frac{i}{C}$$

$$q = q_0 \sin \omega t (1 - \cos \omega t)$$

$$i = i_0 \sin \omega t$$

$$i_0 = q_0 \omega$$

$$\ddot{q} = \ddot{q}_0 \omega^2 \cos \omega t$$

$$\ddot{i} L = i_0 \omega^2 L \cos \omega t$$

$$1) \quad U + E = iL$$

$$U + E = U_0 \Rightarrow \text{ток сразу пойдет.}$$

$$i = \frac{E + U - U_0}{L}$$

$$E - U_0 + U_1 = \frac{q_0}{C}$$

$$i = q_0 \omega$$

$$i = \frac{q}{C} \omega (E - U_0 + U_1)$$

$$q_2 = 2q_0 = 2C(E + U_1 - U_0)$$

$$U_2 = \frac{q_2}{C}$$

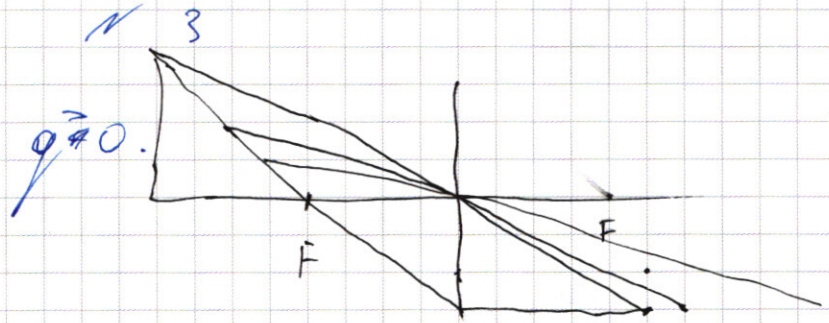
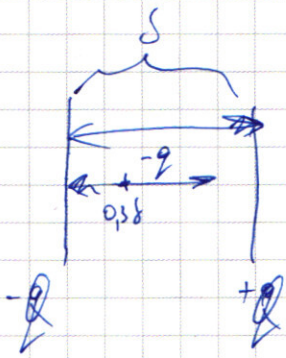
$$E + U \neq U_0$$

$$E - U_0 + q_0$$

$$E$$

$$U_2 = q_0 \neq U_1 - \frac{q_2}{C}$$

$$U_1 - 2E - 2U_1 + 2U_0 = 2U_0 - 2E - U_1$$

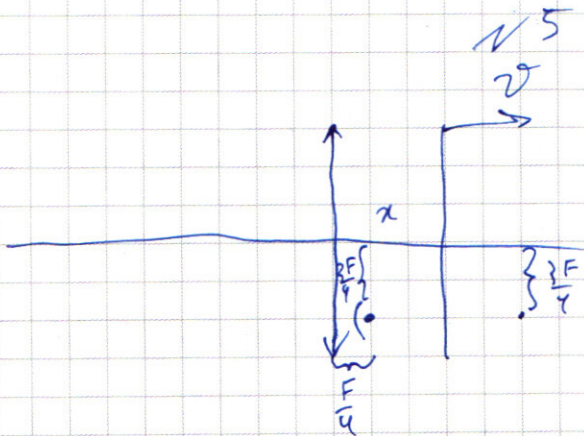


$$1) \quad 0,3d \cdot E_g = 0,3d \cdot \frac{Qg}{2E_g} = \frac{1}{2} m v_1^2 \quad E = \frac{1}{2} d v_1^2$$

$$\frac{0,3d}{2E_g} = \frac{0,3d}{2E_g} = \frac{1}{2} d v_1^2$$

$$\frac{a T^2}{2} = 0,2d \quad T = \sqrt{\frac{0,2d}{a}}, \quad a = \frac{5}{3} d v_1^2$$

2)



$$d = \frac{F}{4} x + x - \frac{F}{4} = 2x - \frac{F}{4}$$

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

$$1) \quad f = \frac{d \cdot F}{d - F}$$

$$(y_0 = \frac{3F}{4})$$

$$\frac{f}{d} = \left(\frac{F}{d - F} \right) = \frac{-d F}{(d - F)^2}$$

$$2) \quad v_y = y = \frac{f}{d} \cdot y_0 \quad v_y = \left(\frac{f}{d} \right) \cdot y_0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$0,3656 - 0,052$$

$$0,3136$$

$$\frac{3}{16} \approx \frac{1}{4} - \frac{1}{16}$$

$$0,25 - 0,0625$$

$$0,1875$$

$$\frac{25}{24} \approx 1,0416$$

$$\frac{10}{8}$$

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

$$\frac{34}{100}$$

$$\frac{136}{100}$$

$$3) \frac{10,2}{11,56} \sin \beta = \frac{m v_2^2}{R}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 17 \\ 119 \\ 14 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$45$$

$$\begin{array}{r} -289 \\ 687 \\ 225 \\ \hline 64 \end{array}$$

$$\frac{34}{100} \left(\frac{34}{100} - \frac{13}{85} \right)$$

$$\xi \approx$$

$$\alpha = \frac{2}{6} - \frac{2}{6} + \frac{1}{6}$$

$$\alpha \approx \frac{1}{6} \cos \frac{2}{6} - \frac{1}{6} \cos \frac{2}{6} + \frac{1}{6} - \frac{2}{6} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{6} \cos \frac{2}{6} - \left(\frac{1}{6} \cos \frac{2}{6} - \frac{1}{6} \right) - \frac{2}{6} + \frac{1}{6}$$

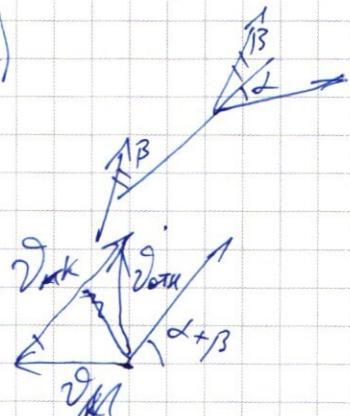
$$\alpha > \frac{1}{6} - \frac{2}{6} - \frac{2}{6} + \frac{1}{6}$$

$$3000$$

$$17^2 - 18^2$$

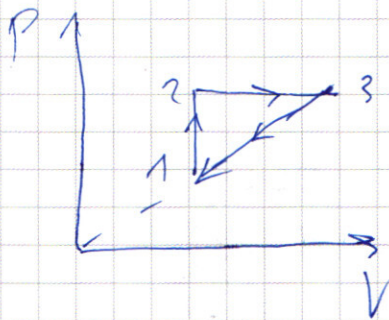
$$v_2 \cos \beta = \frac{v_1 \cos \alpha}{\cos \beta}$$

2)



$$85 = 17 \cdot 5 \quad \sin \alpha + \beta$$

2



$$1) C_{12} \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

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

$$2) C_{23} \Delta T = \cancel{P \Delta V} \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

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

$$\frac{C_{23} - \frac{5}{2}}{C_{12} - \frac{3}{2}}$$

$$2) \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$A = P \Delta V = \nu R \Delta T$$

$$\frac{\Delta U}{A} = \frac{3}{2}$$

$$\left(\frac{V_2}{5V_3 + 3V_2} \right)' =$$

$$= \frac{-5}{(5V_3 + 3V_2)^2} = 0$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q} = \frac{P_2 V_3 - P_1 V_3 - P_2 V_2 + P_1 V_2}{3(V_2 P_2 - P_1 V_2) + 5(P_2 V_3 - P_2 V_2)}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot \Delta P_{12} \cdot \Delta V_{23} = \frac{1}{2} (P_2 - P_1)(V_3 - V_2)$$

$$Q = \cancel{\frac{5}{2} P_1 V_1} \frac{1}{2} (P_2 - P_1) + \frac{3}{2} V_2 (P_2 - P_1) + \frac{5}{2} P_2 (V_3 - V_2)$$

$$P_3 = 2 P_1$$

$$P_1 = 2 P_2$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{V_3 - V_2}{V_3 + \frac{3}{5} V_2} =$$

$$A = \frac{1}{2} 2 (V_3 - V_2)^2$$

$$Q = \frac{1}{2} (3 V_2 2 (V_3 - V_2) + 5 2 V_3 (V_3 - V_2))$$

$$3 V_2 V_3 - 3 V_2^2 + 5 V_3^2 - 5 V_3 V_2$$

$$5 V_3^2 - 2 V_3 V_2 - 3 V_2^2$$

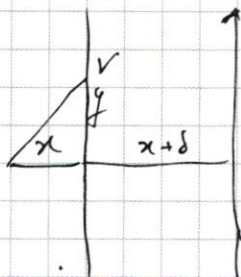
$$(V_3 - V_2)(V_3 + \frac{3}{5} V_2)$$

$$V_3 = \frac{V_2 \pm 4 V_2}{5}$$

$$\Delta_1 = 1 + 15$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 3



$$\varphi = k \cdot \frac{2\pi \cancel{q} r \cdot Q dr}{\pi r^2} \cdot \frac{l}{\sqrt{x^2 + r^2}}$$

$$2k \int \frac{dr}{\sqrt{x^2 + r^2}} = \int \frac{l}{r^2} dr = -\frac{l}{r}$$

$$\frac{dr}{r(x^2 + r^2)^{3/2}} = \frac{dr}{r^2(1 + \frac{x^2}{r^2})^{3/2}}$$

$$\pi R^2 = S$$

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

$$\frac{1}{r^2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{x^2}{r^4} = -\frac{1}{r} + \frac{1}{6R^3}$$

$$\frac{d^2}{R^3}$$

$$\varphi_0 = \frac{2d^2}{R^3} Q = kQ \cdot \frac{d^2}{3R^3}$$

$$Q = 2\epsilon_0 \pi R^2 E$$

$$\varphi' = 0$$

~~φ~~

$$\frac{aT^2}{2} = 0.82\delta$$

$$-kQ \int_0^R \frac{2r dr}{r\sqrt{d^2 + r^2}} + kQ \int_0^R \frac{2dr}{r}$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = 1 - \frac{Q_X}{Q_H}$$

$$dQ_X = -P dV - \frac{3}{2} V R dT$$

$$= -\frac{5}{2} P dV + P dV$$

$$+ \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$P = \alpha V \quad V = \frac{P}{\alpha}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \Delta P \Delta V}{Q_H}$$

$$\frac{5}{2} \cdot \frac{1}{2} (V_2^2 - V_3^2) \alpha + \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} (P_2^2 - P_3^2)$$

$$P_1 = \alpha V_2 \quad P_2 = \alpha V_3$$

$$\frac{5\alpha}{4} (V_2^2 - V_3^2) + \frac{3\alpha}{4} (V_2^2 - V_3^2)$$

$$\frac{8}{4} \alpha (V_2^2 - V_3^2) = 2 \alpha (V_2^2 - V_3^2)$$

$$V_3 = V_2$$

$$5V_3 + 3V_2$$

$$5V_3 = 5V_2$$

$$\frac{4V_3 + 2V_2}{5V_3 + 3V_2}$$

4#

$$4(5V_3 + 3V_2) - 5(V_3 + 2V_2)$$

$$20V_3 + 12V_2 - 5V_3 - 10V_2$$

#

$$5(V_3 + V_2) - (5V_3 + 3V_2)$$

$$V_3 = V_2$$

$$V_3 = \alpha V_2 \frac{P_2}{P_1}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} =$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{5}{2} P_2 (V_3 - V_2) + \frac{3}{2} V_2 (P_2 - P_1)$$

$$Q_H = \frac{5}{2} \alpha V_3^2 - \frac{5}{2} \alpha V_3 V_2 + \frac{3}{2} V_2 V_3 \alpha - \frac{3}{2} V_2^2 \alpha$$

$$P_2 = \alpha V_3$$

$$P_1 = \alpha V_2$$

$$\frac{Q_X}{Q_H} = \frac{4\alpha(V_2^2 + V_3^2)}{\alpha(5V_3^2 - 3V_2^2 - 2V_2V_3) - 5V_3 + 3V_2}$$

$$5V_3^2 - 2V_2V_3 - 3V_2^2$$

$$D_1 = V_2^2 + 15V_2^2$$

$$V_3 = \frac{V_2 \pm 4V_2}{5}$$

$$V_3 = 5V_2$$

$$V_3 = -\frac{3}{5} V_2$$