

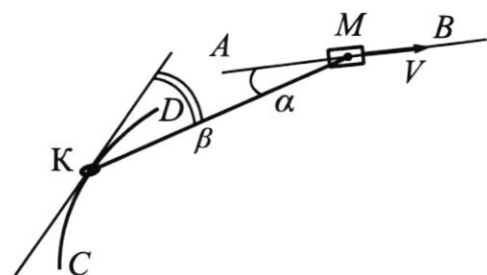
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-01

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

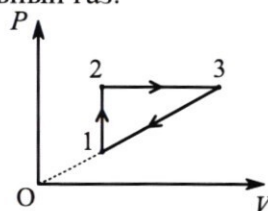
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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 $\frac{q}{m} = \gamma$.

В вакууме

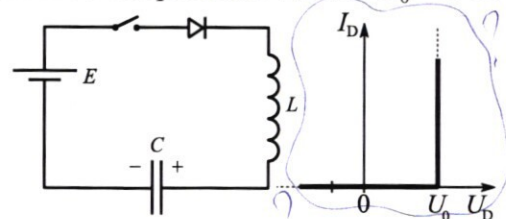
- ① Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- ② Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- ③ С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

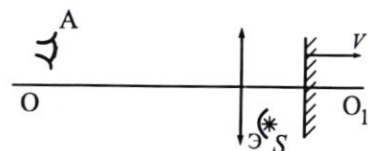
Ключ замыкают.

- 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.

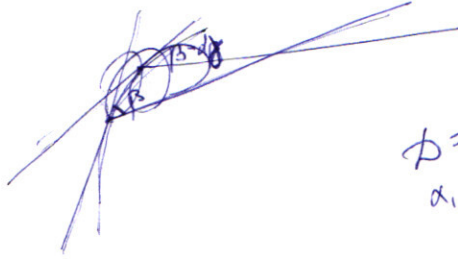


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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



$$dt = \frac{8}{uR}$$



$$\phi = 6^\circ$$

$$\alpha_{1,2} = \frac{2 \pm 8}{10}$$

$$\alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = -\frac{6}{10}$$

$$\alpha \rightarrow 1$$

$$50 \times 13 = 650$$

$$50 \times 13 = 650$$

$$50 \times 13 = 650$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 5 \\ \hline 85 \end{array} \quad 3$$

$$289 - 225 = 64$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 4 \\ \hline 68 \end{array} \quad 2$$

$$\begin{array}{r} \times 85^2 \\ 85 \\ \hline 425 \\ 680 \\ \hline 7225 \\ - 5929 \\ \hline 1296 \end{array} \quad 2$$

$$\begin{array}{r} \times 77^2 \\ 77 \\ \hline 539 \\ 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1296 \\ 648 \\ 324 \\ 81 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \end{array}$$

$$17$$

$$\begin{array}{r} \times 19 \\ 16 \\ \hline 114 \\ 19 \\ \hline 304 \end{array} \quad 5$$

$$\begin{array}{r} \times 625 \\ 9 \\ \hline 5625 \end{array} \quad 4$$

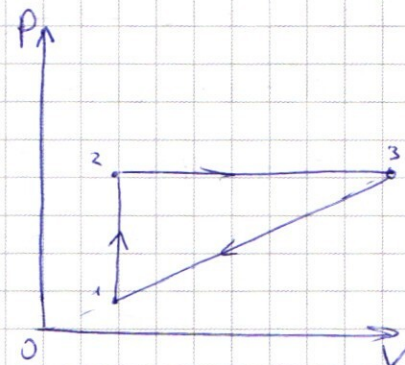
$$\begin{array}{r} \times 27 \\ 25 \\ \hline + 135 \\ 54 \\ \hline \times 675 \\ 4 \\ \hline 2800 \end{array} \quad 3$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 т.к. одноат $\Rightarrow i=3$

1 $\rightarrow$ 2 изохора $V_1 = V_2$
2 $\rightarrow$ 3 изобара $p_2 = p_3$
3 $\rightarrow$ 1 $\frac{p}{V} = \text{const}$ $\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_1}{V_1}$

температура повышается на участках 1 $\rightarrow$ 2 и 2 $\rightarrow$ 3



$$1) Q_{12} = \nu C_{12} \Delta T_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12}$$

$$\nu \cdot C_{12} \cdot \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{23} = \nu C_{23} \Delta T_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_2 (V_3 - V_2) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) =$$

$$= \nu R (T_3 - T_2) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\nu C_{23} \Delta T_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23} \Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2} R$$

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

$$2) \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{\nu R (T_3 - T_2)} = \frac{5}{2}$$

3) ? max η - ?

$$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = 1 + \frac{Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}}$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = -\frac{1}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = +\frac{1}{2} \nu R (T_3 + T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) =$$

$$= 2 \nu R (T_1 - T_3)$$

$$Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{1}{2} \nu R (3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2) =$$

$$= \frac{1}{2} \nu R (5T_3 - 3T_1 - 2T_2)$$

$$\eta = 1 + \frac{2 \nu R (T_1 - T_3)}{\frac{1}{2} \nu R (5T_3 - 3T_1 - 2T_2)} = 1 + \frac{4T_1 - 4T_3}{5T_3 - 3T_1 - 2T_2}$$

$$\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_1}{V_1} \quad \frac{p_3}{p_1} = \frac{V_3}{V_1} = \alpha \quad \frac{p_3 \cdot V_3}{p_1 \cdot V_1} = \frac{\nu R T_3}{\nu R T_1} = \alpha^2 \Rightarrow \frac{p_3}{p_1} = \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{\nu R T_2}{\nu R T_1} = \frac{T_2}{T_1} = \alpha \cdot \frac{V_2}{V_1} = \alpha \quad T_2 = \alpha \cdot T_1 \quad T_3 = \alpha^2 \cdot T_1$$

$$\eta = 1 + \frac{4T_1 - 4\alpha^2 T_1}{5\alpha^2 T_1 - 3T_1 - 2\alpha T_1} = 1 + \frac{4(1 - \alpha^2)}{5\alpha^2 - 2\alpha - 3} = 1 - 4 \cdot \frac{(\alpha^2 - 1)}{(5\alpha^2 - 2\alpha - 3)}$$

Нужно найти ~~максим~~ миним значение $\frac{\alpha^2 - 1}{5\alpha^2 - 2\alpha - 3} = f$

$$f' = \frac{(\alpha^2 - 1)' \cdot (5\alpha^2 - 2\alpha - 3) - (5\alpha^2 - 2\alpha - 3)' \cdot (\alpha^2 - 1)}{(5\alpha^2 - 2\alpha - 3)^2} = 0$$

$$2\alpha \cdot (5\alpha^2 - 2\alpha - 3) + (10\alpha - 2) \cdot (\alpha^2 + 1) = 0$$

$$10\alpha^3 - 4\alpha^2 - 6\alpha - 10\alpha^3 + 10\alpha + 2\alpha^2 - 2 = 0$$

$$-2\alpha^2 + 4\alpha - 2 = 0 = \alpha^2 - 2\alpha + 1 = (\alpha - 1)^2$$

$\Rightarrow$ при $\alpha = 1$ f минимальна $\Rightarrow$

$\Rightarrow \eta = 1 - 4 \cdot f \leftarrow$ максим

$$\eta = 1 - 4 \cdot$$

$$\eta = \frac{5\alpha^2 - 2\alpha - 3 - 4\alpha^2 + 4}{5\alpha^2 - 2\alpha - 3} = \frac{\alpha^2 - 2\alpha + 1}{5\alpha^2 - 2\alpha - 3}$$

$$\eta' = \frac{(\alpha^2 - 2\alpha + 1)' \cdot (5\alpha^2 - 2\alpha - 3) - (5\alpha^2 - 2\alpha - 3)' \cdot (\alpha^2 - 2\alpha + 1)}{(5\alpha^2 - 2\alpha - 3)^2}$$

т.к. η - макс $\Rightarrow \eta' = 0$

$$(2\alpha - 2)(5\alpha^2 - 2\alpha - 3) = (10\alpha - 2)(\alpha^2 - 2\alpha + 1)$$

$$10\alpha^3 - 12\alpha^2 - 4\alpha^2 + 4\alpha - 6\alpha + 6 = 10\alpha^3 - 20\alpha^2 + 10\alpha - 2\alpha^2 + 4\alpha - 2$$

$$10\alpha^3 - 2\alpha^2 - 16\alpha + 8 = 0, \quad 10\alpha^3 - 14\alpha^2 - 6\alpha + 6 = 0 \Rightarrow -22\alpha^2 + 10\alpha - 2$$

$$8\alpha^2 - 16\alpha + 8 = 0 = \alpha^2 - 2\alpha + 1 = (\alpha - 1)^2$$

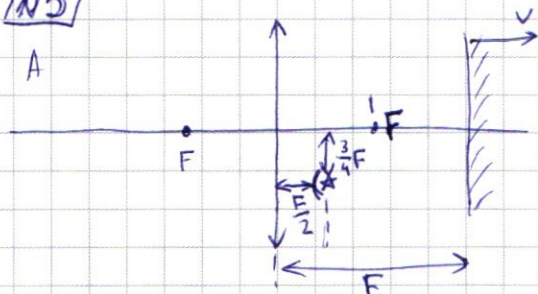
$$\eta = \frac{(\alpha - 1)^2}{5(\alpha - 1) \cdot (\alpha + \frac{6}{10})} = \frac{\alpha - 1}{5\alpha + \frac{6}{2}} = \frac{5\alpha + \frac{6}{2} - 4\alpha - 4}{5\alpha + 3} = 1 - 4 \cdot \frac{\alpha - 1}{5\alpha + 3}$$

$\eta_{\max} = 1$, при всех одних температурах

Ответ: 1) $\frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{3}{5}$
 2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$
 3) $\eta_{\max} = 1$

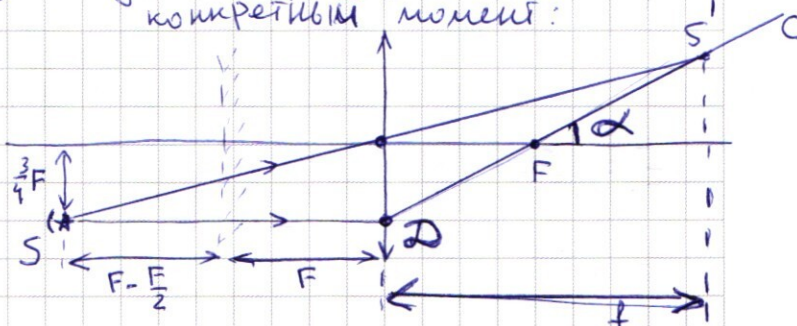
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



лмза собирающ.

1) Т.к. у нас зеркало, то в наш конкретный момент:



Точка лмза:

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

$$\Gamma = \frac{f}{\frac{3}{2}F} = \frac{3F}{\frac{3}{2}F} = 2 \Rightarrow h_1 = \frac{3}{4}F \quad \frac{h_2}{h_1} = \Gamma \Rightarrow h_2 = \Gamma \cdot h_1 = 2 \cdot \frac{3}{4}F = \frac{3}{2}F$$

2) Пусть зеркало сдвинулось на $\Delta x = v \cdot dt$

Тогда при покоящейся лмзе расстояние м/у S и лмзой увеличится на $2\Delta x$
т.е. можно считать, что источник S движ со скоростью $\vec{u} = -2\vec{v}$ при покоящемся зеркале и лмзе.

$\Rightarrow$ т.к. расстояние от S до ОО, всегда const $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ изображ будет всегда на прямой (СО) $\Rightarrow$

$\Rightarrow \alpha$ искомым

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

3) ? u' - ?

$$u'_x = -\Gamma^2 \cdot 2v = -8v = u'(\cos \alpha)$$

$$u' = \frac{8v}{\cos \alpha}$$

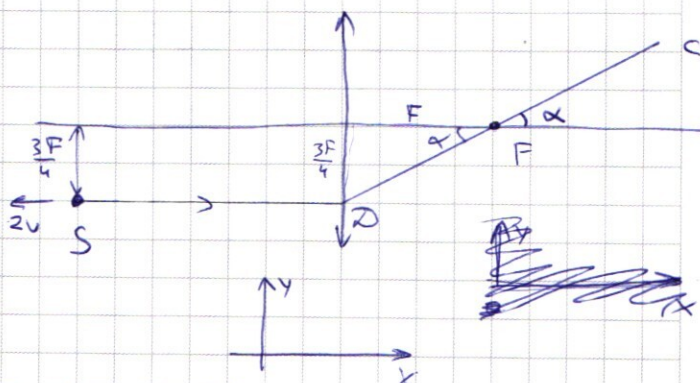
$$\tan \alpha = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} = \frac{3}{4}$$

$$u' = \frac{8v}{\frac{4}{5}} = 10v$$

$$9 \cos^2 \alpha = 16 - 16 \cos^2 \alpha$$

$$25 \cos^2 \alpha = 16$$

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

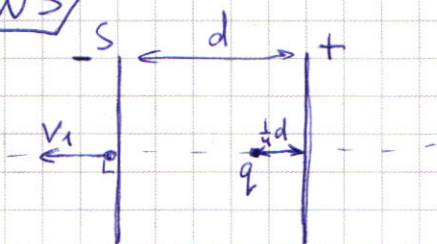


Ответ к задаче N5: 1) $f = 3F$

2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$

3) $U' = 10V$

N3



$q > 0$ $\frac{q}{m} = f, T$; пренебрегаем mg

т.к. частица на оси симметрии $\Rightarrow$ считаем поле однородным

Считаем что заряд на обкладках распределён равномерно

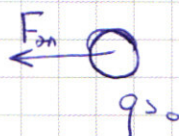
$$E_+ = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{Q}{2S\epsilon_0}$$

$$E_- = -\frac{Q}{2S\epsilon_0}$$

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

$$E = \frac{Q}{S\epsilon_0}$$

на частицу m действует $F_{\text{эл}} = q \cdot E$



II закон Ньютона: $ma = qE \Rightarrow a = fE$

$$v_1 = v_0 + aT; \quad \frac{3}{4}d = v_0 T + \frac{aT^2}{2} \Rightarrow \frac{3d}{2T^2} = a = fE$$

Тогда $f \cdot \frac{Q}{S\epsilon_0} = \frac{3d}{2T^2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow Q = \frac{3S\epsilon_0 d}{2fT^2}$$

$$\Rightarrow v_1 = T \cdot f \cdot \frac{Q}{S\epsilon_0} = \frac{Tf}{S\epsilon_0} \cdot \frac{3S\epsilon_0 d}{2fT^2}$$

$$v_1 = \frac{3d}{2T}$$

т.к. вне обкладок на оси симметрии поле, создаваемое пластинами равно 0 $\Rightarrow$ никакая сила не будет менять скорость частицы.

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3d}{2T}$

2) $Q = \frac{3S\epsilon_0 d}{2fT^2}$

3) $v_2 = \frac{3d}{2T}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

$$E = 9 \text{ В}, C = 40 \text{ мкФ}, U_1 = 5 \text{ В}, L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

1) Запишем 2-й закон Кирхгофа:

$$E - L \frac{dI}{dt} = +U_1$$

$$E - U_1 = L \frac{dI}{dt} \quad \frac{dI_0}{dt} = \frac{E - U_1}{L} = \frac{9 - 5}{0,1}$$

$$\frac{dI_0}{dt} = \frac{4 \cdot 10}{1} = 40 \left(\frac{\text{Кл}}{\text{с}^2} \right) = 40 \left(\frac{\text{А}}{\text{с}} \right)$$

2) При max токе $\frac{dI}{dt} = 0$

$\Rightarrow E = U_c$ Запишем 3-й закон Кирхгофа, т.к. все элементы идеальные.

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

т.к. катушка, проводящая ток, то ток после замыкания ключа $= 0$.

$$E \cdot (E \cdot C - U_1 C) = EC \cdot (E - U_1)$$

$$2EC(E - U_1) + CU_1^2 - CE^2 = LI_{\max}^2$$

$$2E^2C - CE^2 + 2ECU_1 + CU_1^2 = E^2C - 2EU_1C + U_1^2C = LI_{\max}^2$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{C}{L}} (E - U_1) = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} \cdot (9 - 5) = 4 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 0,08 \text{ (А)}$$

3) В системе будут совершаться колебания

После полной зарядки конденсатора до U_m ток не течет, т.к. в цепи будет ток, т.к. есть разность потенциалов.

$$E - L \frac{dI}{dt} = U_0 + U_m \quad U_0 = E - U_m \quad U_0 + U_m = E - L \frac{dI}{dt}$$

$$\text{Найдём } U_m: E(q_m - q_n) = \frac{C U_m^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} = EC(U_m - U_1)$$

$$2EC(U_m - U_1) = (U_m - U_1)(U_m + U_1) \quad 2E = U_m + U_1$$

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

Конденсатор зарядим: U_m

$$3\text{З}: E(q_m - q_n) = \frac{C U_m^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} = \frac{C}{2} (U_m - U_1)(U_m + U_1)$$

$$EC(U_m - U_1) = \frac{C}{2} (U_m - U_1)(U_m + U_1) \quad 2E = U_m + U_1$$

$$U_2 = U_m = 2E - U_1 = 18\text{ В} - 5\text{ В} = 13\text{ В}. \quad \leftarrow \text{из-за диода}$$

~~а) б) если диод конденсатор не подключен~~
~~у. рентам $E \Rightarrow U_0 + U_2$~~
~~конечное значение (U_0)~~
~~разрешено~~

Ответ: 1) $\frac{dI_0}{dt} = 40\left(\frac{\text{А}}{\text{с}}\right) = 40\left(\frac{\text{Кл}}{\text{с}^2}\right)$

2) $I_{\max} = 0,08\text{ А}$

3) $U_2 = 13\text{ В}$

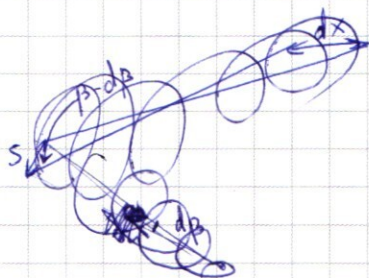
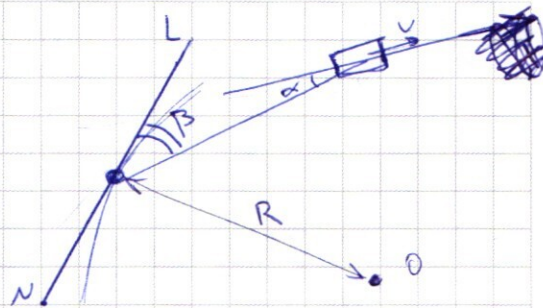
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 $\cos \alpha = \frac{15}{17}$ $\cos \beta = \frac{4}{5}$

Пусть тело m сместится на $dx = v \cdot dt$,

тогда кольцо сдвинется на $s = u \cdot dt$

Кольцо сдвинется по (NL),
длина верёвки
сохранится



~~$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos(180^\circ - \alpha - \beta)$~~

$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos(180^\circ - \alpha - \beta) =$

$= (a+dx)^2 + (b-s)^2 - 2(a+dx) \cdot (b-s) \cdot \cos(\alpha - \beta)$

$- 2ab \cdot \cos(180^\circ - \alpha - \beta) = +2adx + dx^2 - 2bs + s^2 - 2(ab+dx \cdot b - sa - dx \cdot s) \cdot \cos(180^\circ - \alpha - \beta)$

$- 2ab \cdot \cos \gamma = 2a \cdot dx - 2b \cdot s - 2ab \cdot \cos \gamma - 2dx \cdot b \cdot \cos \gamma - 2sa \cdot \cos \gamma$

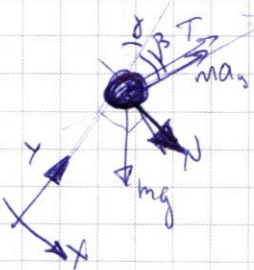
$dx(a - b \cdot \cos \gamma) = s(b + a \cdot \cos \gamma)$

$s = dx \cdot R$

Перейдём в с.о. муфты M ; тогда проволока со движется
со скоростью $-v$

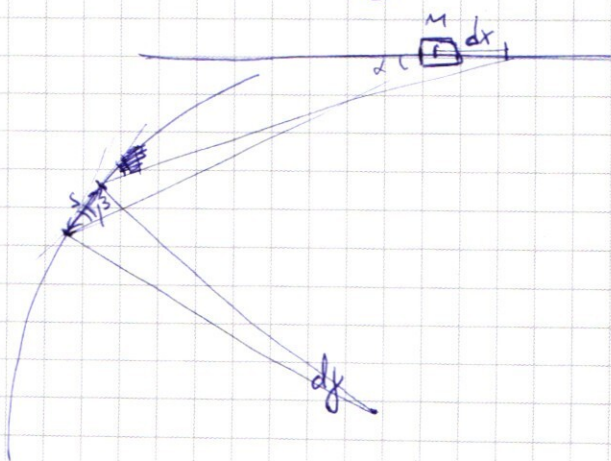
Тогда кольцо будет двигаться по окружности радиуса R

Запишем силы, которые действуют на кольцо

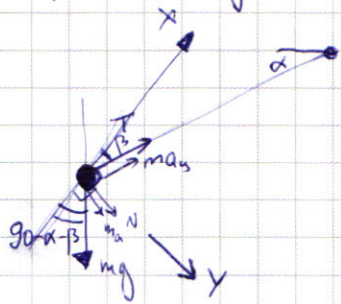


~~$m \cdot a_r = (T \cdot \frac{mv^2}{r}) \cdot \cos \beta - mg \cdot \cos(90^\circ - \alpha - \beta)$~~

$90^\circ - \alpha = \gamma + \beta$
 $\gamma = 90^\circ - \alpha - \beta$



3) Перейдем в с.о. муфты $\Rightarrow$ кольцо по окруж. ра-
диуса ℓ



И 3-н Кнотона: ОХ: $(T + m \frac{u^2}{\ell}) \cos \beta =$
 $= mg \cdot \cos(90 - \alpha - \beta) = mg \cdot \sin(\alpha + \beta)$

Тогда $T = \frac{mg \cdot \sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta} - \frac{m u^2}{\ell}$

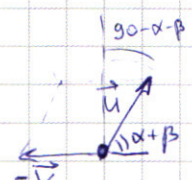
$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \sin \beta \cdot \cos \alpha = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} + \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} =$

$= \frac{32 + 45}{85} = \frac{77}{85}$

$T = \frac{9 \cdot 10 \cdot \frac{77}{85}}{\frac{4}{5}} - \frac{0,1 \cdot u^2}{\frac{5}{3} \cdot 1,9} = \frac{77}{8 \cdot 17} \cdot \frac{5}{4} - \frac{0,3 \cdot u^2}{5 \cdot 1,9}$

u' - скорость кольца в с.о. М

1) $u \cdot \cos \beta = v \cdot \sin \alpha \Rightarrow u = \frac{v \cdot \sin \alpha}{\cos \beta} = \frac{v \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4}}{\frac{8}{17}} = \frac{4 \cdot 17 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4}}{100} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ м/с}$

2)  $\vec{u} = \vec{u}' + \vec{v} \quad \vec{u}' = \vec{u} - \vec{v}$

$u'^2 = u^2 \sin^2(\alpha + \beta) + (v - u \cos(\alpha + \beta))^2 =$

$= \frac{9}{16} \cdot \frac{7^2 \cdot 11^2}{17^2 \cdot 5^2} + \left(\frac{4 \cdot 17}{10^2} - \frac{3}{4} \sqrt{1 - \frac{7^2 \cdot 11^2}{17^2 \cdot 5^2}} \right)^2 =$

$= \frac{9}{16} \cdot \frac{7^2 \cdot 11^2}{17^2 \cdot 5^2} + \left(\frac{4 \cdot 17}{10^2} - \frac{3 \cdot 4 \cdot 9}{4 \cdot 17 \cdot 5} \right)^2 =$

По теореме косинусов:

$u_1^2 = v^2 + u^2 - 2 \cdot u \cdot v \cdot \cos(\alpha + \beta) = \left(\frac{17 \cdot 4}{25} \right)^2 + \frac{9}{16} - 2 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{17 \cdot 4}{100} \cdot \frac{4 \cdot 9}{17 \cdot 5} =$

$= \frac{27 \cdot 4}{250} + \frac{9}{16} + \frac{17^2 \cdot 16}{100 \cdot 25^2} = \frac{17^2 \cdot 10 - 27 \cdot 4 \cdot 25}{25^2 \cdot 10} + \frac{9^2}{16} =$

$= \frac{2890 - 2700}{25^2 \cdot 10} + \frac{9}{16} = \frac{19}{25^2} + \frac{9}{16} = \frac{19 \cdot 16 + 9 \cdot 625}{625 \cdot 16} =$

$= \frac{304 + 5625}{625 \cdot 16} =$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

