

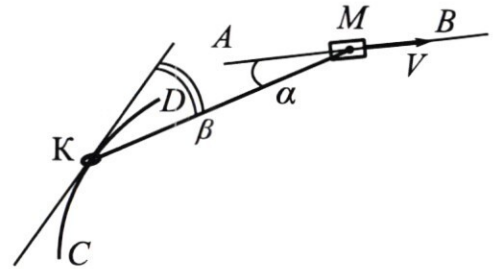
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-02

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



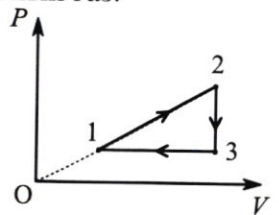
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 количества теплоты, полученной газом, 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. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.

2) Найдите напряжение U на конденсаторе.

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.

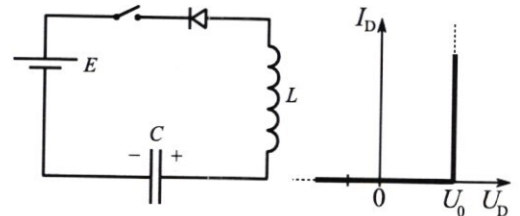
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

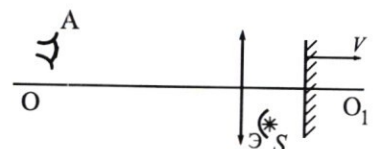


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от 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?

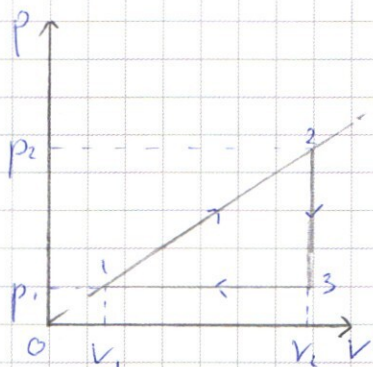
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.



1) Температура повышается на участках: 2→3
и
3→1

Т.к. это изохоры и изобара, то их отношение:

$$\delta = \frac{c_p}{c_v} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}.$$

2) На участке 1→2: $p = \text{const}$

$$pV = \nu RT, \quad \Delta V^2 = \nu R \Delta T$$

$$Q_{1,2} = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{\Delta V_1 + \Delta V_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (\Delta V_2^2 - \Delta V_1^2) =$$

$$= \frac{\Delta V_1 V_2 + \Delta V_2^2 + \Delta V_1^2 - \Delta V_1 V_2}{2} + \frac{3}{2} (\Delta V_2^2 - \Delta V_1^2) = 2 \Delta V_2^2 - 2 \Delta V_1^2$$

$$A_{1,2} = \frac{\Delta V_1 + \Delta V_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{\Delta V_2^2}{2} - \frac{\Delta V_1^2}{2}$$

$$\frac{Q_{1,2}}{A_{1,2}} = \frac{2 \Delta (V_2^2 - V_1^2)}{\frac{\Delta (V_2^2 - V_1^2)}{2}} = 4.$$

3) $\eta = \frac{A_{\text{з}}}{Q^+}$

$$A_{\text{з}} = \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{(\Delta V_2 - \Delta V_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{\Delta}{2} \cdot (V_2 - V_1)^2$$

$$Q^+ = Q_{1,2} = 2 \Delta (V_2^2 - V_1^2) = 2 \Delta (V_2 - V_1)(V_2 + V_1)$$

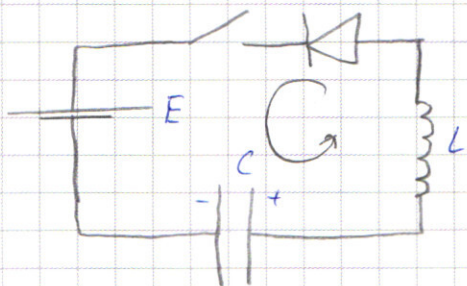
$$\eta = \frac{\frac{\Delta}{2} (V_2 - V_1)^2}{2 \Delta (V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} = \frac{V_2 - V_1}{4(V_2 + V_1)} = \frac{V_2 + V_1 - 2V_1}{4(V_2 + V_1)} = \frac{1}{4} - \frac{V_1}{2(V_2 + V_1)}$$

при $V_1 \rightarrow 0$ будет η_{max}

$$\eta_{\text{max}} = 0,25$$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$ 2) 4 3) 25%

н 4.



1) Так как напряжение на конденсаторе не может изменяться мгновенно:

$$E - U_1 + U_0 + L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - U_0 - E}{L} = \frac{6 - 1 - 3}{0,2} \text{ А/с} = \frac{2}{0,2} \text{ А/с} = 10 \text{ А/с}$$

2)

$$U_0 + E - \frac{q}{C} + L \cdot \frac{dq}{dt} = 0 \quad \text{до закрытия дуги}$$

$$q = LC \cdot \ddot{q} + U_0 t + Et$$

$$\int \frac{dq}{LC} = \int \frac{dq}{q - U_0 C - EC}$$

$$\frac{dq}{LC} = \ln(q - U_0 C - EC)$$

$$\frac{dq}{dt} = LC \cdot \ln(q - U_0 C - EC)$$

$$\int_0^t \frac{dq}{LC} = \int_{q_0}^q \frac{dq}{q - U_0 C - EC}$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{1}{LC \cdot \ln(q - U_0 C - EC)} \quad \left| q_0 = \frac{1}{LC \cdot \ln(q_0 - U_0 C - EC)} \right.$$

$$= \frac{0,2 \text{ Гн} \cdot 20 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}{\ln(1 - 1 - 3)} = \frac{0,2 \text{ Гн} \cdot 20 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}{\ln(-2)} = \frac{0}{\ln(-2)}$$

$$U_1 = U_0 + E$$

Ток будет нарастать пока $U_1 > U_0 + E$, значит $I_{\max} = \frac{dq}{dt} \bigg|_{\max}$

$$\Rightarrow \frac{1}{40 \cdot 10^{-7}} \cdot \frac{1}{\ln(40 \cdot 10^{-6})}$$

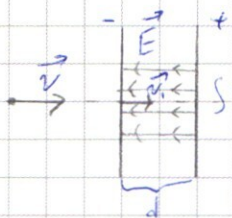
3) Перед тем, как закроется дуга: $U_0 + E - U_2 = 0$, т.к. ток на катушке уже перестанет меняться $\frac{dI}{dt} = 0$ (уже после высвобождения всей энергии запасенной магнитным полем).

$$U_2 = E + U_0 = 4 \text{ В}$$

Ответ: 1) 10 А/с 3) 4 В 2) $\frac{\ln^{-1}(4 \cdot 10^{-5})}{4 \cdot 10^{-6}} \text{ А}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3.



$$ma = E \cdot q, \text{ где } E = \frac{U}{d} = \text{const (т.к. } S \gg d)$$

$$a = \frac{Uq}{md} = \frac{Uq}{md}$$

Заметим, что частица с $q > 0$ могла залететь

только со стороны отрицательно заряженной обкладки, т.к. иначе она бы разогналась. Значит:

$$(d - 0,2d) = \frac{at^2}{2}$$

$$t^2 = \frac{1,6d}{a} = \frac{1,6d^2}{Uq}$$

(с другой стороны:

- через кинематику (так как движение обратно можно рассматривать разгон от 0 до v_1))

$$\frac{mv_1^2}{2} = Eq \cdot (d - 0,2d)$$

$$\frac{Uq \cdot 0,8d}{d} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$U = \frac{v_1^2}{1,68} \quad \text{тогда}$$

$$t^2 = \frac{1,6d^2}{Uq} = \frac{1,6d^2}{\frac{v_1^2}{1,68} \cdot q} = \frac{1,6^2 d^2}{v_1^2}$$

$$t = 1,6 \frac{d}{v_1}$$

3)

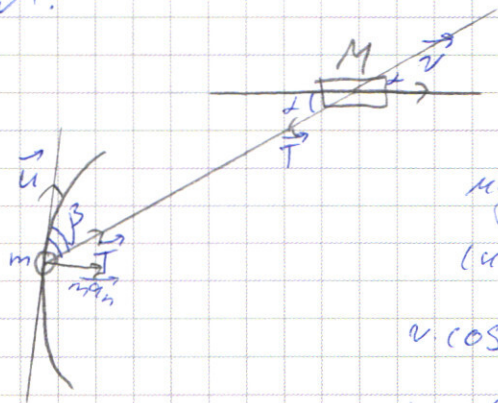
$$\left. \begin{array}{l} \varphi = 0 \\ q = -q \end{array} \right\}$$

Т.к. потенциал на пластине = 0, то можно представить (за пластинах внутри) как два заряда

$$q \text{ и } -q, \text{ тогда } \frac{mv_0^2}{2} = \frac{kq \cdot q}{r \rightarrow \infty} \Rightarrow v_0 \rightarrow 0$$

Ответ: 1) $\frac{1,6d}{v_1}$ 2) $\frac{v_1^2}{1,68}$ 3) 0

1.

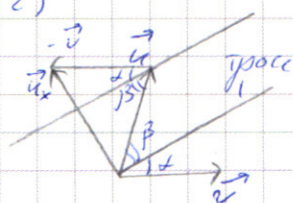


1) Заметим, что проекции скоростей муфта и кольца на ось троса равны (иначе бы порвался трос). Значит.

$$v \cdot \cos \alpha = u \cdot \cos \beta, \text{ откуда:}$$

$$u = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 40 \text{ см/с} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} = 51 \text{ см/с}$$

2)



Из треугольника со сторонами u, v, u_x , где

$$\vec{u}_x = \vec{u} - \vec{v}$$

откосительная скорость кольца

по теореме кос:

$$u_x^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$\cos \alpha = \frac{3}{5}; \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17}; \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{64}{289}} = \sqrt{\frac{225}{289}} = \frac{15}{17}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{24 - 60}{5 \cdot 17} = -\frac{36}{5 \cdot 17}$$

$$u_x^2 = 40^2 + 51^2 - 2 \cdot 40 \cdot 51 \cdot \frac{36}{5 \cdot 17} = 1600 + 2601 + 1728 = 5929 \text{ (см}^2\text{/с}^2\text{)}$$

$$u_x = \sqrt{5929} \text{ см/с} = 77 \text{ см/с}$$

$$3) a_n = \frac{u^2}{R} = \frac{0,51^2}{1,7} = 0,5 \cdot 0,51 = 0,153 \text{ м/с}^2$$

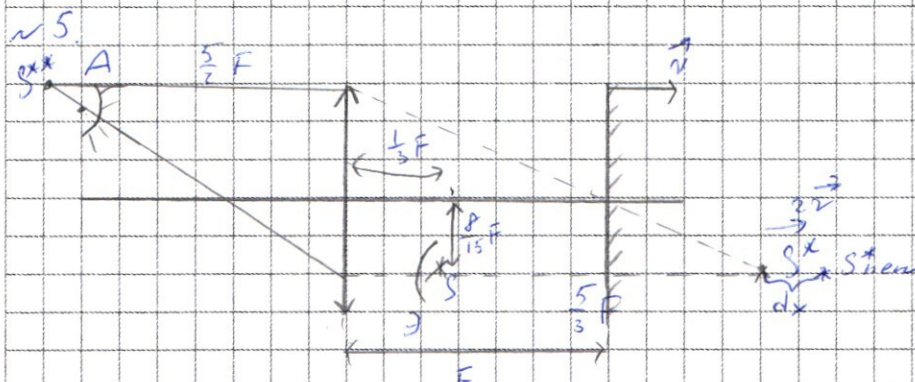
$$m a_c = T \cdot \cos \beta$$

$$m a_n = T \cdot \sin \beta \quad (N \ll 0) \Rightarrow T = \frac{m a_n}{\sin \beta} = \frac{1 \cdot 0,153}{\frac{15}{17}} = \frac{1 \cdot 0,51 \cdot 0,5 \cdot 17}{1550} =$$

$$= 0,1734 \text{ Н}$$

В ответ: 1) 51 см/с 2) 77 см/с 3) 0,17 Н.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Когда расстояние между зеркалом и линзой равно F , расстояние между изображением и линзой:

$$f = (F - \frac{1}{3}F) \cdot 2 + \frac{1}{3}F = \frac{5}{3}F$$

Тогда наблюдатель сможет увидеть изображение на расстоянии:

$$d = \frac{1}{\frac{1}{F} + \frac{1}{f}} \text{ (т.к. линза собирающая)}$$

$$d = \frac{1}{\frac{1}{F} + \frac{3}{5F}} = \frac{5}{2}F$$

2) Изображение в зеркале переместилось на малое расстояние dx

Тогда:

$$f = \frac{5}{3}F + dx$$

$$d = \frac{1}{\frac{1}{F} + \frac{3}{5F + 3dx}} \cdot F = \frac{F \cdot (\frac{5}{3}F + dx)}{\frac{5}{3}F + dx - F} = \frac{F \cdot (\frac{5}{3}F + dx)}{\frac{2}{3}F + dx} = \frac{F \cdot (\frac{2}{3}F + dx + F)}{\frac{2}{3}F + dx} = F + \frac{2}{3}F \frac{dx}{F}$$

$\angle = 0^\circ$, т.к. изображение движется горизонтально.

3) Изображение в зеркале движется со скоростью $2v$
(т.к. зеркало движется со скоростью v).

Тогда изображение в линзе движется

$$d \frac{dx}{dy} = F + \frac{F}{\frac{2}{3}F + dx}$$

$$\frac{3}{2}F + dy = \frac{F}{\frac{2}{3}F + dx} \Rightarrow dy =$$

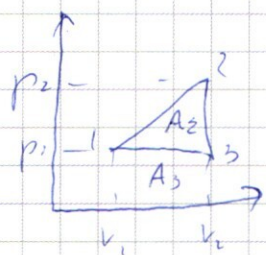
$$F^2 - \frac{2}{3}F dy + \frac{3}{2}F dx + dx dy = F$$

$$F^2 + F \left(\frac{2}{3}dy + \frac{3}{2}dx - 1 \right) + dx dy = 0$$

$$dx = \frac{1}{dy} \Rightarrow v_y = \frac{1}{2v}$$

Ответ: 1) $\frac{5}{2}F$ 2) 0 3) $\frac{1}{2}v$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Q_{1,2} = A_1 + A_2 + \frac{3}{2} \Delta p \Delta T = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} \Delta p \Delta T$$

$$p = \pm \frac{1}{V}$$

$$pV = \Delta RT$$

$$\Delta V^2 = \Delta RT$$

$$q = \frac{mv^2}{2} = \frac{kg \cdot g_2}{r}$$

$$v^2 = \frac{2kg \cdot g_2}{mr}$$

$$\ominus \frac{\Delta V_1 + \Delta V_2}{2} (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (\Delta V_2^2 - \Delta V_1^2) =$$

$$= \frac{\Delta V_1 V_2 + \Delta V_2^2 - \Delta V_1^2 - \Delta V_1 V_2}{2} + \frac{3}{2} (\Delta V_2^2 - \Delta V_1^2) =$$

$$= \frac{2\Delta V_2^2 - 2\Delta V_1^2}{2}$$

$$A_{1,2} = \frac{\Delta V_2^2 - \Delta V_1^2}{2}$$

$$\eta = \frac{A_2}{Q^+} = \frac{(V_2 - V_1) (p_2 - p_1)}{2} / Q^+$$

$$Q^+ = 2\Delta (V_2^2 - V_1^2)$$

$$A_2 = \frac{(V_2 - V_1) \cdot (2V_2 - \Delta V_1)}{2} = \frac{2V_2^2 - 2\Delta V_1 V_2 - \Delta V_1 V_2 - \Delta V_1^2}{2} =$$

$$= \frac{\Delta (V_2 - V_1)^2}{2}$$

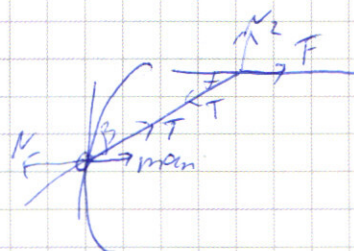
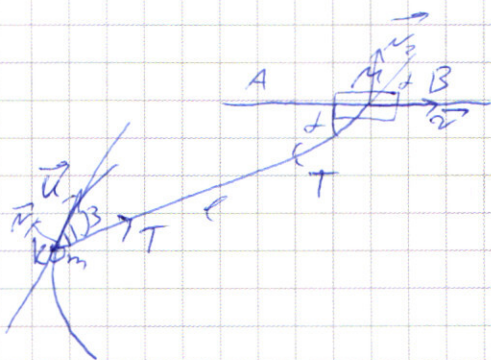
$$\eta = \frac{\Delta (V_2 - V_1)^2}{2 \cdot 2\Delta (V_2^2 - V_1^2)} = \frac{(V_2 - V_1)^2}{4(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} = \frac{V_2 - V_1}{4(V_2 + V_1)} = \frac{1 - \frac{V_1}{V_2 + V_1}}{4} =$$

$$\frac{a-b}{a+b} = \frac{a}{a+b} - \frac{b}{a+b} \quad \frac{a+b-2b}{a+b} = 1 - \frac{2b}{a+b}$$

$$= \frac{1}{4} - \frac{V_1}{2(V_2 + V_1)} \downarrow$$

$$V_1 \rightarrow 0 \Rightarrow \eta_{\max} = \frac{1}{4}$$

1)



$$T \cdot \cos \alpha = F$$

$$mg = T \cdot \cos \beta$$

$$51 \cdot 9.8 = 3.5 \cdot 15.5$$



$$mg = qn = \frac{u^2}{R}$$

$$1) u \cdot \cos \alpha = u \cdot \cos \beta$$

$$u = \frac{u \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \text{ cm/s} \cdot \frac{3}{5}}{\frac{4}{5}} = \frac{40 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 8} = 51 \text{ cm/s}$$

2)

$$u_{\text{осн}} = v_{\text{осн}}$$

$$u_{\text{осн}} + u_{\text{пер}} = v_{\text{осн}}$$

$$\times \frac{17}{5}$$

$$\begin{array}{r} 4201 \\ 1728 \\ \hline 2473 \end{array}$$

$$\frac{0.51}{1.7} = \frac{51}{170} = 0.3$$

$$\begin{array}{r} 4201 + 1728 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$0.5 \cdot 0.3 =$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

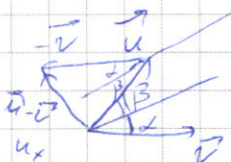
$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$

$$=$$



$$u_x^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$\cos(90^\circ) = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\cos(120^\circ) = \cos \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\cos(90^\circ) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$u_x^2 = 51^2 + 40^2 - 2 \cdot 51 \cdot 40 \cdot \frac{36}{5 \cdot 17} =$$

$$= \frac{1}{4} - \frac{3}{4} = -\frac{2}{4} = -\frac{1}{2}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{24 - 60}{5 \cdot 17} = \frac{36}{5 \cdot 17}$$

$$\cos(120^\circ) =$$

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

$$\sin(90^\circ) = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{2}{4} + \frac{2}{4} =$$

$$\cos^2(\alpha + \beta) + \sin^2(\alpha + \beta) = 1$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha + \beta)}$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{32 + 48}{5 \cdot 17} = \frac{80}{5 \cdot 17}$$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

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

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{17}{25}$$

$$\frac{17}{25}$$

$$\frac{17}{25}$$

$$\frac{17}{25}$$

$$\frac{17}{25}$$

$$\frac{205}{225}$$

$$\frac{205}{225}$$

$$\frac{205}{225}$$

$$\frac{205}{225}$$

$$\frac{205}{225}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 2550 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 2550 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 2550 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 2550 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 2550 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 2550 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 2550 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 2550 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 2550 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 2550 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 56 \\ \hline 2688 \\ + 26880 \\ \hline 26968 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 56 \\ \hline 2688 \\ + 26880 \\ \hline 26968 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 56 \\ \hline 2688 \\ + 26880 \\ \hline 26968 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 56 \\ \hline 2688 \\ + 26880 \\ \hline 26968 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 56 \\ \hline 2688 \\ + 26880 \\ \hline 26968 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 56 \\ \hline 2688 \\ + 26880 \\ \hline 26968 \end{array}$$

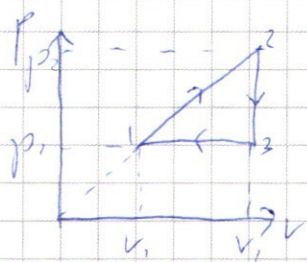
$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 56 \\ \hline 2688 \\ + 26880 \\ \hline 26968 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 56 \\ \hline 2688 \\ + 26880 \\ \hline 26968 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 56 \\ \hline 2688 \\ + 26880 \\ \hline 26968 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 56 \\ \hline 2688 \\ + 26880 \\ \hline 26968 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$p = p(V)$$

$$\delta Q = \int p(V) dV + \delta U$$

$$Q = \Delta U$$

$$Q_{1,2} = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) T$$

$$Q = c_v \Delta T$$

$$Q_{1,2} = Q + \frac{3}{2} \Delta U$$

$$c_v = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{1,2} = p_1 \cdot (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} p_1 (V_2 - V_1) = \frac{5}{2} \Delta U$$

$$c_p = \frac{5}{2} R$$

$$1) \frac{c_p}{c_v} = \frac{5}{3}$$

$$2) Q = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = A + \Delta U$$

$$\frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$$

$$x = \frac{A}{Q}$$

$$\eta = \frac{A_s}{Q} = \frac{(p_2 - p_1) (V_2 - V_1)}{2} \cdot \frac{1}{Q}$$

$$Q^+ = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{p_1 V_2 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1}{2} + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{p_1 V_2}{2} - \frac{p_2 V_1}{2} + 2 p_2 V_2 - 2 p_1 V_1$$

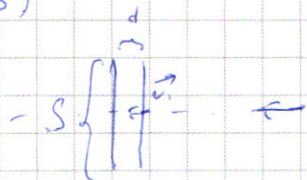
$$A_s = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_2 - p_2 V_1 + p_1 V_1}{2}$$

$$T_{min} = \frac{p_1 V_1}{p R}$$

$$T_{max} = \frac{p_2 V_2}{p R}$$

3)

$$U_0 + E - \frac{q}{C} + L \frac{dq}{dt} = 0$$

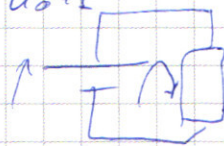


$$r = \frac{q}{m}$$

$$q = L(\dot{q} + U_0 + E)$$

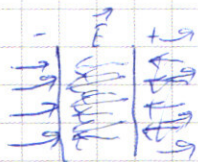
$$q = q_{\max} \cdot \sin(\sqrt{LC} t)$$

$$I = I_{\max} \cdot \sqrt{LC} \cdot \sin(\omega t)$$



$$IR = E$$

$$-E + IR = 0$$



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

$$ma = Eq$$

$$ma = \frac{Uq}{d}$$

$$a = \frac{Uq}{md} = \frac{U}{d} \cdot \frac{q}{m} = \text{const}$$

$$E + U_1 + qL \frac{dI}{dt} + U_0 = 0$$

$$E - U_1 + L \frac{dI}{dt} + U_0 = 0$$

$$L \cdot \frac{dI}{dt} = U_1 - U_0 - E$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{6 - 1 - 3}{0,2} = \frac{2}{0,2} = 10 \text{ A/s}$$

$$t^2 = \frac{1,6 d^2}{8U} = \frac{1,6 d^2}{8 \cdot 2} = \frac{1,6 d^2}{16} = \frac{0,1 d^2}{1}$$

$$t = 1,6 \frac{d}{v}$$

$$U_0 + E = U_2$$

$$1) \text{ } q, \delta d = \frac{at^2}{2}$$

$$q, \delta d = \frac{8U}{2d} \cdot t^2$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{U}{d} \cdot q, \delta d \cdot g$$

$$U = \frac{mv^2}{2q \cdot g, \delta} = \frac{v^2}{1,568}$$

$$-E + \frac{q}{C} + L \cdot \frac{dq}{dt} + U_0 = 0$$

$$\frac{dI}{dt} = -\ln(E - U_0 - g)$$

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

$$U = U_0 + E = 4 \text{ B}$$

$$\frac{q}{C} + L \cdot \frac{dq}{dt} = E - U_0$$

$$q + LC \cdot \frac{dq}{dt} = EC - U_0 C$$

Т.к. $U(C)$ не может бесконечно изменяться, то

$$U_0 + U_1 - E = L \cdot \frac{dI}{dt} \quad \frac{EC - U_0 C - q}{LC} = \frac{dq}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_0 + U_1 - E}{L} = \frac{1 + 6 - 3}{0,2} \frac{1}{\text{A}} = \frac{4}{0,2} \frac{1}{\text{A}} = 20 \frac{1}{\text{A}}$$

$$\int \frac{d^2 t}{LC} = \int \frac{dq}{EC - U_0 C - q}$$

$$U_0 - E + U_2 = 0$$

$$U_2 = E - U_0 = 2 \text{ B}$$

$$U_2 = q = CU$$

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

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

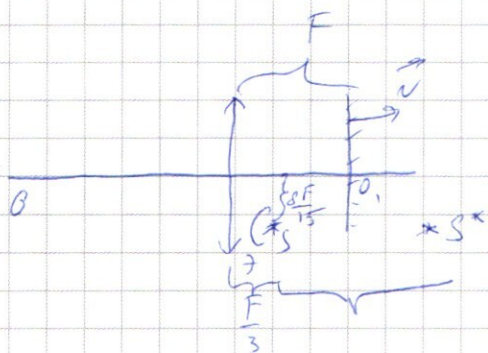
$$\frac{d^2 q}{dt^2} = \frac{d^2 q}{dt^2}$$

$$\frac{dq}{dt} = I$$

$$\frac{dq}{dt} \cdot dt = \frac{dq}{dt}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.



$$p(S; N) = (F - \frac{F}{3}) \cdot 2 + \frac{F}{3} = 2F + \frac{F}{3} = \frac{5}{3}F$$

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

$$d = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{f}} = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{3}{5F}} = \frac{1}{\frac{2}{5F}} = \frac{5}{2}F$$

$$0,8d = v_1 t - \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{at^2}{2} - v_1 t + 0,8d = 0$$

$$\frac{8}{d} t^2 - 2v_1 t + 1,6d = 0$$

$$\frac{v_1^2}{1,6d} t^2 - 2v_1 t + 1,6d = 0 \quad / \cdot \frac{1,6d}{v_1^2}$$

$$t^2 - \frac{3,2d}{v_1} t + \frac{1,6^2 d^2}{v_1^2} = 0$$

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

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 34 \\ \hline + 204 \\ 153 \\ \hline 1734 \end{array}$$

$$T \cos \beta =$$

$$T \cos \alpha = F$$

$$T \cos \beta = m a_t$$

$$v \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$T \cos \beta = m \frac{du}{dt}$$