

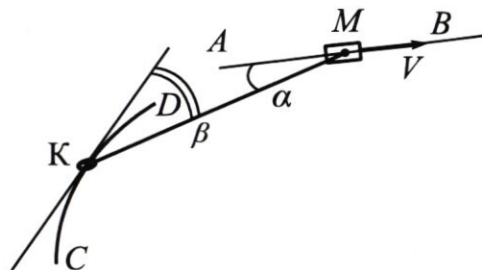
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-01

Класс 11

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

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.



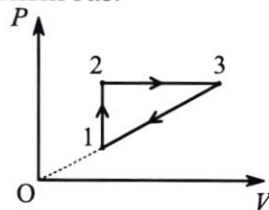
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 $\frac{q}{m} = \gamma$.

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?

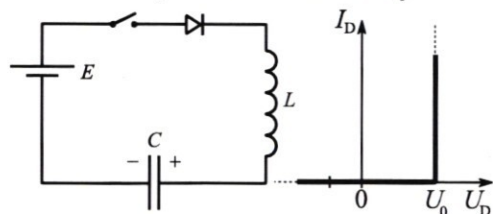
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

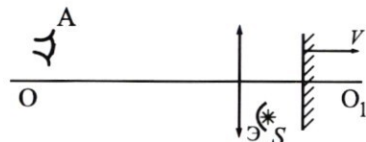


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

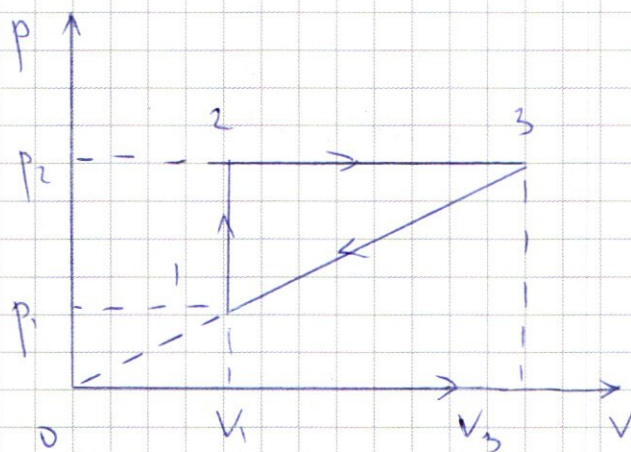
3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2

Решение.



Рассмотрим участок 1-2:

$$V_1 = \text{const}$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}; \quad T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} \quad (1)$$

$$p_2 > p_1, \text{ значит, } T_2 > T_1$$

$$A_{12} = 0; \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$c_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu \Delta T_{12}} = \frac{3}{2} R$$

Рассмотрим участок 2-3:

$$p_2 = \text{const}$$

$$\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}; \quad T_3 = T_2 \frac{V_3}{V_2} = T_1 \frac{p_2 V_3}{p_1 V_2} = T_1 \frac{p_2 V_3}{p_1 V_1} \quad (2)$$

$$V_3 > V_2, \text{ значит, } T_3 > T_2$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}; \quad A_{23} = p_2 \Delta V = \nu R \Delta T_{23}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$c_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu \Delta T_{23}} = \frac{5}{2} R$$

Рассмотрим участок 3-1:

$$\frac{p_3 V_3}{T_3} = \frac{p_1 V_1}{T_1}; \quad T_1 = T_3 \frac{p_1 V_1}{p_3 V_3}; \quad p_1 V_1 < p_3 V_3$$

$$\text{значит, } T_1 < T_3$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_3}{V_1}; \quad V_3 = V_1 \frac{p_2}{p_1} \quad (3)$$

$$T_3 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^2 \quad (\text{из (2) и (3)})$$

$$1) \quad \frac{c_{v3}}{c_{v2}} = \frac{5}{2} R \cdot \frac{2}{3R} = \frac{5}{3}$$

2) 2-3 - изобарный процесс

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}}{\nu R \Delta T_{23}} = \frac{5}{2}$$

$$3) \quad y = \frac{A_3}{Q_m}$$

$$A_3 = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) V_1 \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) = \frac{V_1 p_2}{2 p_1} (p_2 - p_1)$$

$$\begin{aligned} Q_m &= p_2 (V_3 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \\ &= p_2 V_1 \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) + \frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^2 - 1 \right) = \\ &= \frac{V_1 p_2}{p_1} (p_2 - p_1) + \frac{3 V_1}{2 p_1} (p_2^2 - p_1^2) = (p_2 - p_1) \frac{V_1}{p_1} \left(\frac{5}{2} p_2 - \frac{3}{2} p_1 \right) \end{aligned}$$

$$y = \frac{(p_2 - p_1)^2 V_1}{2 p_1} \cdot \frac{p_1}{V_1 (p_2 - p_1) \left(\frac{5}{2} p_2 - \frac{3}{2} p_1 \right)} = \frac{p_2 - p_1}{5 p_2 - 3 p_1}$$

$k = \frac{p_2}{p_1}; \quad p_2 = k p_1$

$$y = \frac{k-1}{5k-3}$$

~~$y = y_{\max}$~~ $y' \geq 0$

Максимальный КПД

$$y_m = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max}} = \frac{T_2 - T_1}{T_3}$$

$$y_m = \frac{\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^2 - 1}{\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^2} = \frac{k^2 - 1}{k^2} = \frac{(k-1)(k+1)}{k^2}$$

$$y_m = \frac{k-1}{5k-3} = \frac{(k-1)(k+1)}{k^2}; \quad k^2 = (k+1)(5k-3)$$

$$k^2 = 5k^2 + 5k - 3k - 3$$

$$4k^2 + 2k - 3 = 0$$

$$D = 4 + 6 \cdot 4 \cdot 3 = 52$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$y = \frac{k-1}{5k-3} = \frac{k - \frac{3}{5} + \frac{3}{5} - 1}{5k-3} = \frac{1}{5} + \frac{\frac{3}{5}-1}{5k-3}$$

$$= \frac{1}{5} - \frac{2}{5(5k-3)}$$

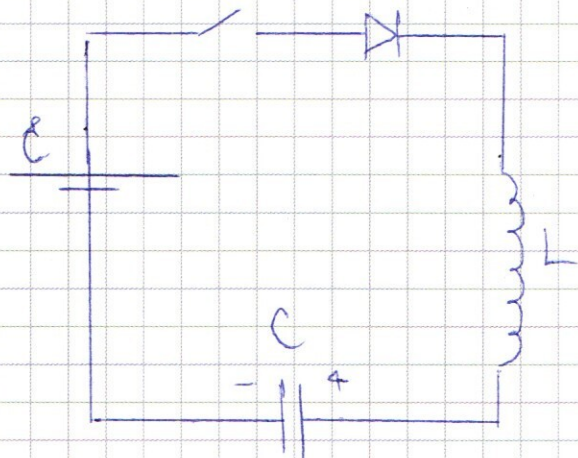
при $k \rightarrow \infty$ $y \rightarrow \frac{1}{5}$

$y \approx \frac{1}{5}$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$; 2) $\frac{5}{2}$; 3) $\frac{1}{5}$

Задача 4

Решение



1) Сразу после замыкания
ключа $I_0 = 0$, $U_C = U_1$, $U_d = U_0$

$$\varepsilon = U_0 + U_1 + L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\varepsilon - U_0 - U_1}{L} = 30 \frac{A}{c}$$

2) Когда ток в цепи будет

максимальным $I = I_m$, $\frac{dI}{dt} = 0$, т.е. $U_L = 0$

$$\varepsilon = U_0 + U_C; \quad U_C = \varepsilon - U_0 \quad \text{— напряжение на конденсаторе}$$

Запишем закон сохранения энергии:

$$A_{\text{ист}} = \Delta W + Q$$

$$\varepsilon \Delta q = \frac{CU_C^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} + U_0 \Delta q$$

$$\Delta q (\varepsilon - U_0) = -\frac{C}{2} (U_C^2 - U_1^2) = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$q_1 = C U_1; \quad q_2 = C U_2; \quad \Delta q = q_2 - q_1 = C (U_2 - U_1)$$

$$C (U_2 - U_1) (\mathcal{E} - U_0) - \frac{C}{2} (U_2 - U_1) (U_2 + U_1) = \frac{L J_m^2}{2}$$

$$C (U_2 - U_1) (2\mathcal{E} - 2U_0 - U_2 - U_1) = L J_m^2$$

$$C (\mathcal{E} - U_0 - U_1) \times (2\mathcal{E} - 2U_0 - \mathcal{E} + U_0 - U_1) = L J_m^2$$

$$C (\mathcal{E} - U_0 - U_1) (\mathcal{E} - U_0 - U_1) = L J_m^2$$

$$C (\mathcal{E} - U_0 - U_1)^2 = L J_m^2$$

$$J_m^2 (\mathcal{E} - U_0 - U_1) \sqrt{\frac{C}{L}} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ A} \approx 0,06 \text{ A}$$

3) Когда система придет в установившееся состояние, ток в цепи будет равен 0 ($J=0$)

q_x — заряд на конденсаторе

Закон сохранения энергии запишем:

$$\mathcal{E} \Delta q = \frac{q_x^2}{2C} - \frac{q_1^2}{2C} + U_0 \Delta q$$

$$(\mathcal{E} - U_0) \Delta q = \frac{q_x^2 - q_1^2}{2C} = (\mathcal{E} - U_0) (q_x - q_1)$$

$$\frac{(q_x - q_1)(q_x + q_1)}{2C} = (\mathcal{E} - U_0) (q_x - q_1)$$

$$q_x + q_1 = 2C (\mathcal{E} - U_0)$$

$\mathcal{E} \Delta q =$ Работа в данном случае затрачена работа, т.е. ток не совершил работы в батарее конденсаторов.

$$\mathcal{E} \Delta q = \frac{q_x^2}{2C} - \frac{q_1^2}{2C} = \mathcal{E} (q_x - q_1)$$

$$(q_x - q_1)(q_x + q_1) = 2\mathcal{E}C (q_x - q_1)$$

$$q_x + q_1 = 2\mathcal{E}C$$

$$q_x = 2\mathcal{E}C - q_1 = 2\mathcal{E}C - C U_1 = C (2\mathcal{E} - U_1)$$

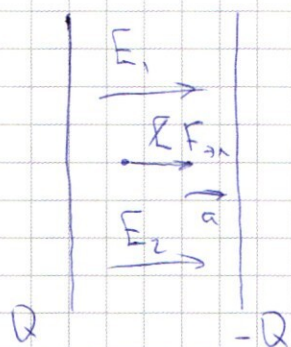
$$U_2 = \frac{q_x}{C} = 2\mathcal{E} - U_1 = 13 \text{ В}$$

Ответ: 1) 30 А; 2) 0,06 А; 3) 13 В.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3

Решение.



1) Поле внутри конденсатора является 2-им максимумом

$$E = E_1 + E_2 = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

На заряд внутри конденсатора будет действовать сила $F_{эл} = Eq$

$$F_{эл} = ma; \quad Eq = ma; \quad a = \frac{Eq}{m} = E \cdot \frac{q}{m}$$

$$u_1 = at = \frac{Eq}{m} t = E \cdot \frac{q}{m} t = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{q}{m} t$$

$$Q = \frac{u_1 \epsilon_0 S}{\frac{q}{m} t} \quad (1)$$

$$P = \frac{at^2}{2} = \frac{Eq \cdot t^2}{2} = \frac{Q \cdot \frac{q}{m} t^2}{2} = \frac{q t^2}{2 \epsilon_0 S} \cdot \frac{u_1 \epsilon_0 S}{\frac{q}{m} t} = \frac{u_1 t}{2}$$

$$P = Q \cdot 5d = \frac{u_1 t}{2}$$

$$u_1 = \frac{1.5d}{t} \quad (2)$$

$$2) \quad Q = \frac{\epsilon_0 S}{\frac{q}{m} t} \cdot \frac{1.5d}{t} = \frac{1.5 \epsilon_0 S d}{\frac{q}{m} t^2} \quad (\text{из (1) и (2)})$$

3) Поле в конденсаторе будет равно $E' = E_1 - E_2 = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = 0$
Т.е. конденсатор не будет действовать на заряды, находящиеся внутри и снаружи.

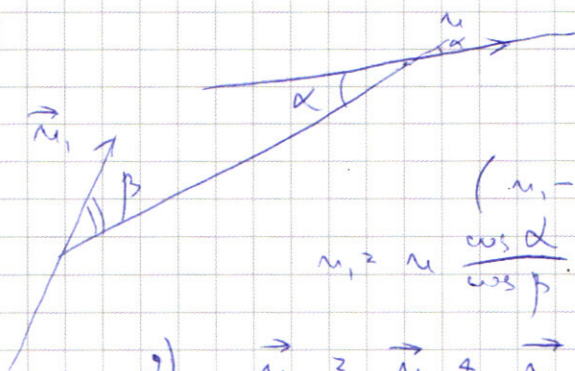
$$\text{и.т. } u_2 = u_1 = \frac{1.5d}{t}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{1.5d}{t}; \quad 2) \frac{1.5 \epsilon_0 S d}{\frac{q}{m} t^2}; \quad 3) \frac{1.5d}{t}.$$

Задача 1

Решение

1)

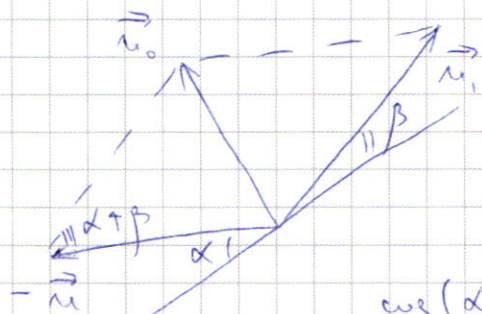


Т.к. мы знаем, то
 $n \cos \alpha = n_1 \cos \beta$

(n_1 - скорость колеса в данной момент)
 $n_1 = n \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 68 \cdot \frac{15}{12} \cdot \frac{5}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $\vec{n}_0 = \vec{n} + \vec{n}_1$ (улучшим отточительность)

n_0 - скорость колеса относительно земли в данной момент



$$n_0^2 = n^2 + n_1^2 - 2nn_1 \cos(\alpha + \beta)$$

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

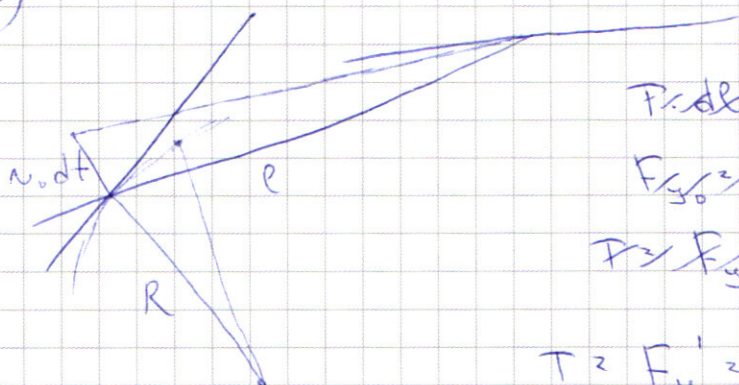
$$\cos \alpha = \frac{15}{12}; \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{3}{12}$$

$$\cos \beta = \frac{5}{12}; \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{3}{12}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{12} \cdot \frac{5}{12} - \frac{3}{12} \cdot \frac{3}{12} = \frac{60 - 24}{144} = \frac{36}{144}$$

$$n_0 = \sqrt{n^2 + n_1^2 - 2nn_1 \cos(\alpha + \beta)} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3)



$$F_y = \frac{mv^2}{R} = ma$$

$$F_{\text{норм}} = F_y$$

$$F_{\text{норм}} = \frac{mv^2}{R}$$

$$T = F_y = \frac{mv^2}{R}$$

$$T = F_y = \frac{mv^2}{R}$$

Ответ: 1) $25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) $24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Baran 5

Pennine

1) Построим угловую функцию $\psi(\theta)$ в гамильтоновом пространстве

mit einem:

$$t_j \alpha^2 = \frac{h}{\frac{F}{2}} = \frac{2h}{F}$$

$$f_g \propto \frac{h}{F} \propto \frac{2h}{F}$$

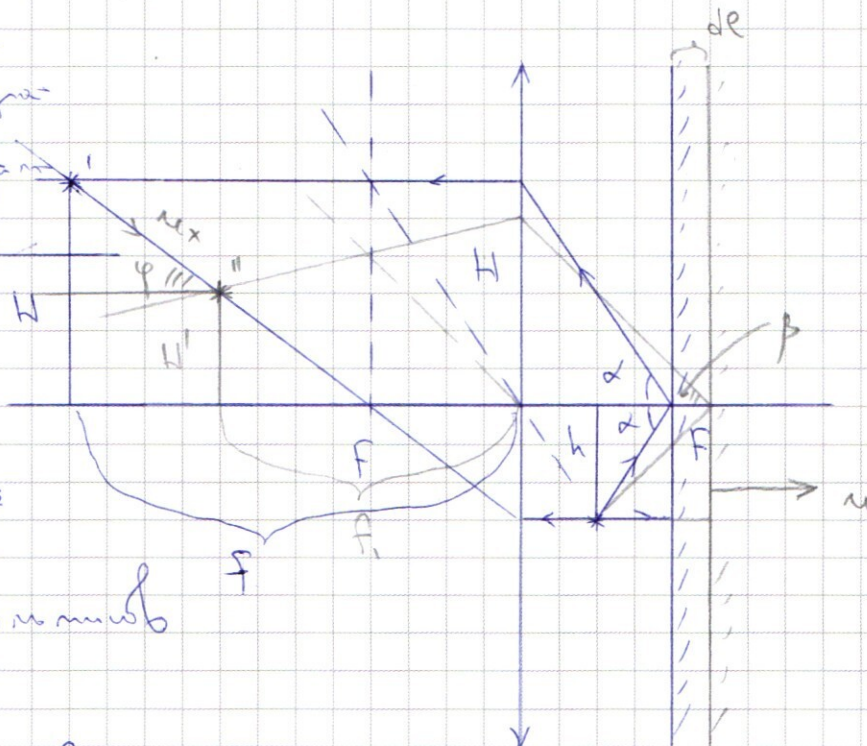
$$W \approx 2h, \quad \Gamma \approx 2\pi$$

Из работы вытекают следующие

wing, and

$$\frac{H}{h} = \frac{F-F}{F} = 2 ; \quad F-F = 2F$$

$$F = 3F$$



2) Paciente ingiere un solo medicamento semanal de $(dl = 1 \text{ ml})$.

P. is everywhere, under the deep

$$\frac{W_1}{5} = \frac{F_1}{F_1 - F} \quad ; \quad \frac{W_2}{5} = \frac{F - F_2}{F - (F_2 - F)}$$

$$W' = h \cdot \frac{f'}{f - F} = W \cdot \frac{f - f' + F}{f - F} = 2h \cdot \frac{f - f' + F}{f - F}$$

$$\frac{f'}{f' - f} = \frac{2(4f - f')}{2f} = \frac{4f - f'}{f}$$

$$F'F = 4FF' - 4F^2 - F'^2 + FF'$$

$$f'^2 + 4F^2 - 4Ff' = 0$$

$$f' = 2f; \quad W' = h \cdot \frac{2F}{2F - F} =$$

$$\frac{H'}{h} = \frac{f'-F}{F} ; \quad \frac{H}{H'} = \frac{2h}{H'} = \frac{f-F}{f-(f'-F)}$$

$$H' = h \cdot \frac{f'-F}{F} = 2h \cdot \frac{4F-f'}{2F}$$

$$\frac{f'-F}{F} = \frac{4F-f'}{F} ; \quad f'-F = 4F-f' ; \quad f' = 2,5F$$

$$H' = h \cdot \frac{1,5F}{F} = 1,5Fh$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{H-H'}{f-(f'-F)} = \frac{2h-1,5h}{3F-2,5F} = \frac{h}{F} = \frac{3}{4}$$

$$3) \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{3}{4} ; \quad \cos \varphi = \frac{4}{5}$$

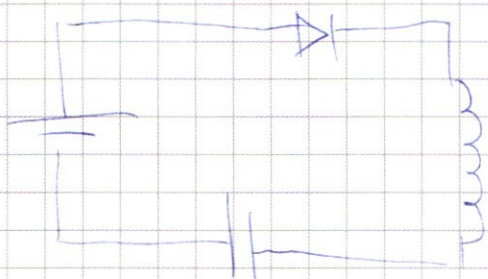
$n_x \cos \varphi = n$ (или ~~по формуле~~ ~~расширения~~ ~~по~~ ~~формуле~~ ~~объекта~~)

$$n_x = \frac{n}{\cos \varphi} = \frac{n}{\frac{4}{5}} = \frac{5}{4}n$$

Ответ: 1) $3F$; 2) $\operatorname{tg} \varphi = \frac{3}{4}$; 3) $5n$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.



$$1) \quad \varepsilon = U_1 + U_0 + L \frac{dI}{dt}$$

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

$$= \frac{9 - 5 - 1}{0,1} = 30 \frac{A}{c}$$

$$2) \quad \varepsilon = U_0 + U_C, \quad U_C = \varepsilon - U_0 = \frac{q}{C}$$

$$q = C(\varepsilon - U_0)$$

$$3) \quad q_0 = CU_1$$

$$\varepsilon(q - q_0) = \frac{CU_1^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2}$$

$$C\varepsilon(\varepsilon - U_0 - U_1) = \frac{C}{2}(\varepsilon - U_0 - U_1)(\varepsilon + U_0 + U_1) + \frac{L I_m^2}{2}$$

$$C(\varepsilon - U_0 - U_1)(\varepsilon + U_0 + U_1) = L I_m^2$$

$$C((\varepsilon - U_1)^2 - U_0^2) = L I_m^2$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C((\varepsilon - U_1)^2 - U_0^2)}{L}} = \sqrt{\frac{40 \cdot (16 - 1) \cdot 10^{-6}}{0,1}} = 25 \cdot 10^{-3} A$$

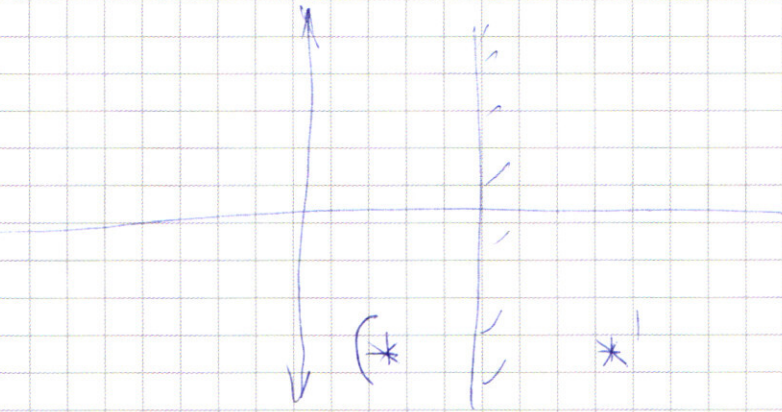
$$3) \quad \varepsilon(q_x - q_0) = \frac{q_x^2}{2C} - \frac{q_0^2}{2C} = \frac{(q_x - q_0)(q_x + q_0)}{2C}$$

$$2\varepsilon C = q_x + q_0 = q_x + CU_1$$

$$q_x = C(2\varepsilon - U_1) = 40 \cdot 10^{-6} (18 - 5) = 520 \cdot 10^{-6} = 5,2 \cdot 10^{-4} C$$

$$U_x = \frac{q_x}{C} = 2\varepsilon - U_1 = 13 V$$

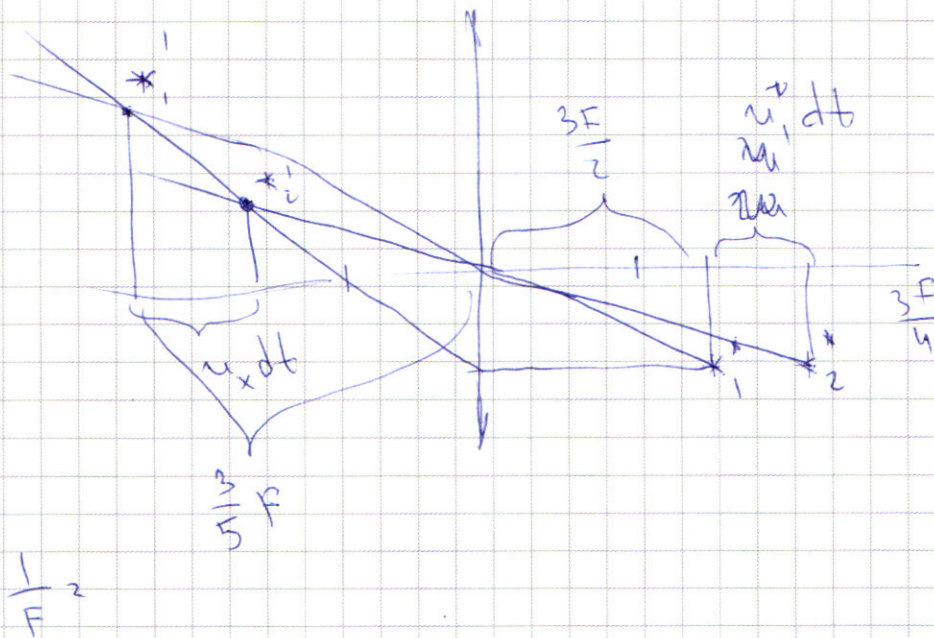
5



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

$$\frac{5}{3F} = \frac{1}{f}; \quad f = \frac{3}{5}F$$

2) n' — скорость волны в среде
 $n' = 2n$

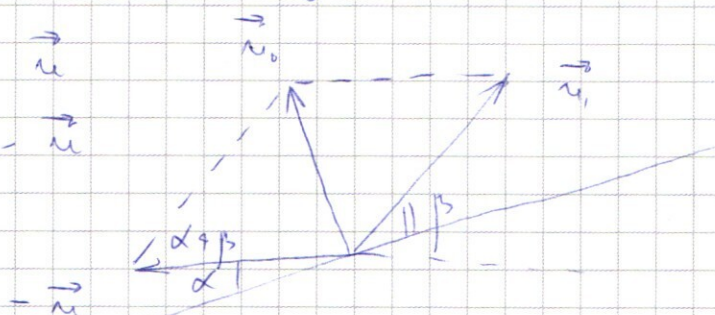


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$u = u \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = u \cdot \frac{15}{14} = \frac{15.5}{14.4} \cdot 68 = 75 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

2) $\vec{u}_1 = \vec{u}_0 + \vec{u}$
 $\vec{u}_0 = \vec{u}_1 - \vec{u}$



$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 8 \\ \hline \times 120 \\ 36 \\ \hline 720 \\ 36 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$u_0^2 = u^2 + u_1^2 - 2uu_1 \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$\cos \alpha = \frac{15}{14}; \sin \alpha = \frac{\sqrt{289-225}}{14} = \frac{8}{14}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}; \sin \beta = \frac{3}{5}$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 12 \\ \hline 119 \\ 12 \\ \hline 289 \\ - 225 \\ \hline 64 \end{array}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{14} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{14} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60-24}{14 \cdot 5} = \frac{36}{14 \cdot 5}$$

$$u_0^2 = 68 \cdot 68 + 25 \cdot 25 - 2 \cdot 68 \cdot 25 \cdot \frac{36}{14 \cdot 5}$$

$$u_0 = 75 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$\begin{array}{r} \times 68 \\ 68 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

3)

$$\begin{array}{r} \times 22 \\ 22 \\ \hline 539 \\ 539 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 25 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 5625 \\ 4624 \\ \hline 10249 \\ 4320 \\ \hline 5929 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3

z

$2,25 \frac{Q^2}{\epsilon_0 S d^2}$

$2 \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S}$

q

$2 \epsilon_0$

q

$2 \epsilon_0$

$q T = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$

$E q = m a$

$\frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot q$

m

$2 a^2$

z

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

$1,5 \epsilon_0 S d$

z

$\frac{Q}{2 \epsilon_0 S} \cdot d \cdot q =$

$Q = \frac{\epsilon_0 S n_1}{\delta T^2}$

$\frac{\epsilon_0 S n_1}{\delta T^2} \cdot q \cdot 0,75 d = \frac{m n_1^2}{2}$

$n_1 = \frac{1,5 d}{T}$

z

$\frac{d q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{1,5 \epsilon_0 S d}{\delta T^2} =$

z

$\frac{1,5 q d^2}{\delta T^2}$

2) $Q = \frac{\epsilon_0 S}{\delta T^2} \cdot \frac{1,5 d}{T} = \frac{1,5 \epsilon_0 S d}{\delta T^2}$

z

$\frac{1,5 q d^2}{\delta T^2}$

3) $\frac{m n_1^2}{2} + W_x = \frac{m n_2^2}{2}$

$2,25 \frac{Q^2}{\epsilon_0 S d^2} \cdot m + 3$

z

$\frac{1,5}{T} = \frac{3}{5}$

$W_x = \frac{2,25 \epsilon_0 S d^2}{\delta^2 T^4}$

$W_x = \frac{Q^2}{2 \epsilon_0 S d}$

z

$\frac{3 \epsilon_0 S d^3}{8 \delta^2 T^4}$

$W = q u = \frac{1,5 q^2}{\delta T^2}$

$u = \frac{Q}{C} = \frac{1,5 \epsilon_0 S d}{\delta T^2} \cdot \frac{d}{\epsilon_0 S} = \frac{1,5 d^2}{\delta T^2}$

$$\frac{\mu}{2} \cdot \frac{2,25 d^2}{T^2} + \frac{1,5 d^2}{T^2} = \frac{\mu}{2} \cdot \frac{u_2^2}{2}$$

$$\frac{2,25 d^2}{2 T^2} + \frac{1,5 d^2}{T^2} = \frac{5,25 d^2}{2 T^2} = \frac{u_2^2}{2}$$

$$u_2 = \sqrt{\frac{5,25 d^2}{T^2}}$$

$$\begin{array}{r|l} 525 & 3 \\ 125 & 5 \\ 35 & 5 \\ 2 & 2 \\ 1 & \end{array}$$

$$525 = 25 \cdot 3 \cdot 7$$

$$5,25 = 25 \cdot 0,3 \cdot 0,7$$

$$u_2 = 5 \sqrt{0,21}$$

$$\frac{5 d}{T} \sqrt{0,21} \quad ???$$

$$W = E q d = U q$$

$$U = \frac{Q}{208}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$4. \quad 2) \quad (\varepsilon - U_0) (q - q_0) = \frac{q^2}{2C} - \frac{q_0^2}{2C} + \frac{L J_m^2}{2}$$

$$\begin{aligned} & (q - q_0) (\varepsilon - U_0) \\ 2 (\varepsilon - U_0) (q - q_0) &= (q - q_0) (\varepsilon - U_0 + U_1) + L J_m^2 \\ 2 (\varepsilon - U_0) C (\varepsilon - U_0 - U_1) &= \end{aligned}$$

до 5 мм
прогр.

$$(q - q_0) (\varepsilon - U_0 - U_1) = L J_m^2$$

$$C (\varepsilon - U_0 - U_1)^2 = L J_m^2$$

$$J_m^2 (\varepsilon - U_0 - U_1) \sqrt{\frac{C}{L}} = 3 \sqrt{\frac{40 \cdot 10^6}{10^{-7}}} = 3 \cdot 2 \cdot 10^7 = 0.06 \text{ A}$$

$$3) \quad (\varepsilon - U_0) (q_x - q_0) = \frac{(q_x - q_0)(q_x + q_0)}{2C}$$

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

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

$$q_x^2 = C (2\varepsilon - 2U_0 - U_1)$$

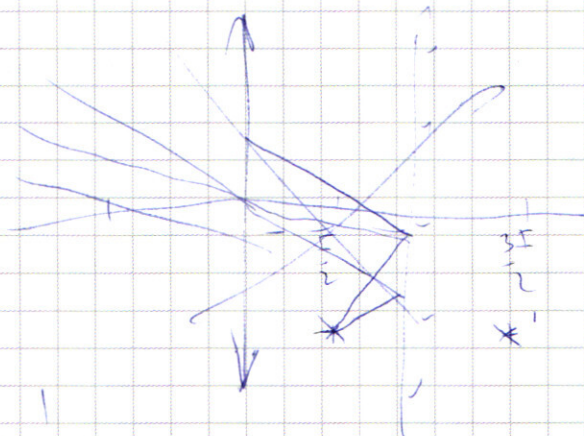
$$U_x = 2\varepsilon - 2U_0 - U_1 = 18 - 2 - 5 = 11 \text{ В}$$

5. 1) $\Delta p = 0$ $\rightarrow$ $\Delta p = 0$

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

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

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



2) $\frac{1}{F} = -\frac{1}{\frac{3F}{2} + \Delta p} - \frac{1}{f + \Delta f}$

2

$$\frac{5p_2 - 3p_1}{4(p_1 + p_2)} = \frac{5k - 3}{4(k + 1)} = \frac{1}{2}$$

$$y = \frac{Q_m}{Q_x}$$

$$Q_x = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_3 - V_1) = \frac{p_1 + p_2}{2} V_1 \left(\frac{p_2 - p_1}{p_1} \right)$$

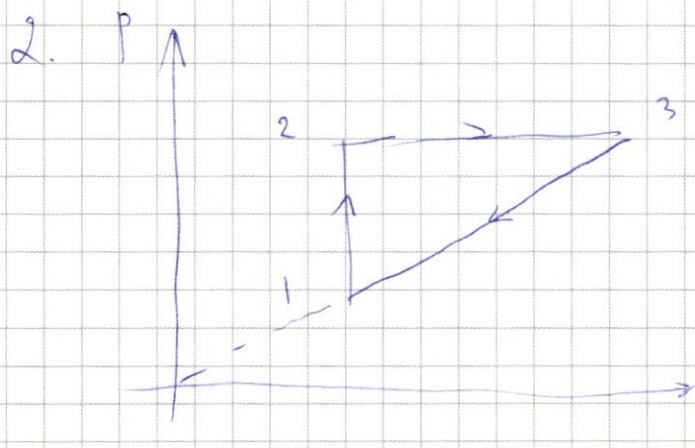
$$\Delta V_x = \frac{3}{2} \Delta R (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} \Delta R T \frac{p_2^2 - p_1^2}{p_1^2}$$

$$Q_x = \frac{2(p_2^2 + p_1^2)}{p_1} V_1$$

$$Q_m = p_2 \left(V_1 \frac{p_2}{p_1} - V_1 \right) + \frac{3}{2} \frac{p_1 V_1}{p_1} \left(\frac{p_2^2}{p_1^2} - 1 \right)$$

$$= V_1 \left(\frac{p_2 - p_1}{p_1} \right) p_2 + \frac{3}{2} \frac{V_1 (p_2^2 - p_1^2)}{p_1} = \frac{V_1 (p_2 - p_1)}{p_1} \left(\frac{5}{2} p_2 - \frac{3}{2} p_1 \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) PVT

1-2:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$T_2 = T_1 \frac{P_2}{P_1}$$

$$P_2 > P_1$$

$$T \uparrow$$

$$A_{12} = 0, \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T, \quad c_{12} = \frac{3}{2} R$$

2-3:

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}; \quad T_3 = T_2 \frac{V_2}{V_3}, \quad V_3 > V_2$$

$$A_{23} = P_2 (V_3 - V_2); \quad \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$A_{23} = \nu R T_3 - \nu R T_2 = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R \Delta T, \quad c_{23} = \frac{5}{2} R$$

3-1:

$$\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_1 V_1}{T_1}, \quad T_1 = T_3 \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1}, \quad P_1 V_1 < P_3 V_3 \quad T \downarrow$$

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

$$\frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \left(\frac{P_3}{P_1} \right)^2$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{V_3}{V_1} = \frac{V_3}{V_2}$$

2) 2-3:

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

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$$

$$y = \frac{\frac{3}{2} + \frac{5}{2} \frac{p_2}{p_1}}{\frac{1}{2} \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right)} = \left(\frac{3 + 5k}{k - 1} \right)' = 0$$

$$5(k - 1) = (3 + 5k) \Rightarrow 0$$

3) 3-1:

$$\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_1}{V_1}; \quad V_3 = V_1 \frac{p_3}{p_1}$$

$$T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1}; \quad T_3 = T_2 \frac{V_3}{V_2} = T_1 \frac{p_2 V_3}{p_1 V_2} = T_1 \frac{p_2 V_1 \frac{p_3}{p_1}}{p_1 V_2} = T_1 \frac{p_2^2 V_1}{p_1^2 V_2}$$

$$y_{\max} = \frac{T_3 - T_1}{T_3} =$$

$$y_{\max} = \frac{T_3 - T_1}{T_3} = \frac{T_1 \frac{p_2^2 V_1}{p_1^2 V_2} - T_1}{T_1 \frac{p_2^2 V_1}{p_1^2 V_2}} = \frac{\frac{p_2^2 V_1}{p_1^2 V_2} - 1}{\frac{p_2^2 V_1}{p_1^2 V_2}} = \frac{p_2^2 V_1 - p_1^2 V_2}{p_2^2 V_1} = 1 - \frac{p_1^2 V_2}{p_2^2 V_1}$$

$$T_3 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^2$$

$$y = \frac{\frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) + \frac{5}{2} \nu R T_1 \left(\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^2 - \frac{p_2}{p_1} \right)}{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1)} =$$

$$= \frac{\frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1) + \frac{5}{2} V_1 p_2 \cdot \left(\frac{p_2 - p_1}{p_1} \right)}{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1)} = \frac{\frac{3}{2} + \frac{5}{2} \frac{p_2}{p_1}}{\frac{1}{2} \left(\frac{V_3}{V_1} - 1 \right)} = \frac{\frac{3}{2} + \frac{5}{2}}{\frac{1}{2}}$$