

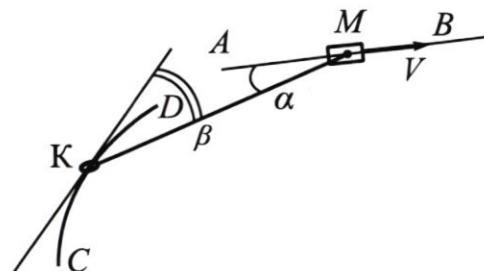
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-03

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

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.

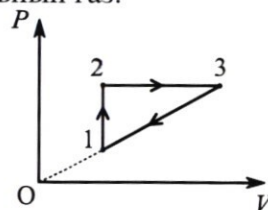
3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

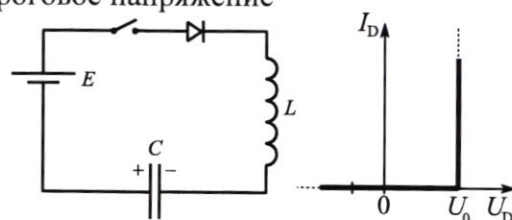
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

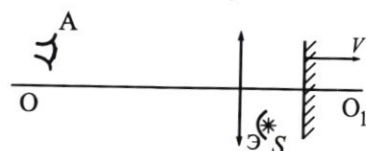


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

№ 1.

Дано:

Муфта - М.

 $V = 30 \text{ см/с.}$ $m = 0,3 \text{ кг (кальцо)}$ $R = 0,53$ $I = \frac{SR}{4} \text{ (мТб)}$ $a(\cos \alpha) = \frac{15}{17}$ $B = \cos \beta = \frac{3}{5}$ $\textcircled{1} V_k - ?; V_k \sim M; F_k - ?(1)$

Решение:



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

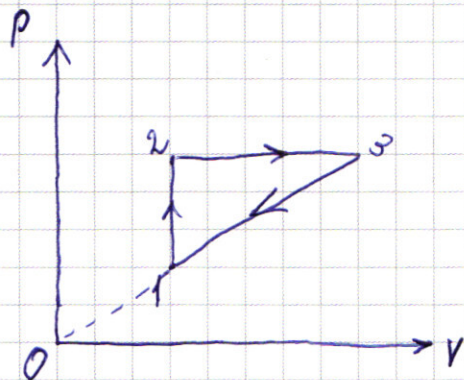
Страница №

(Нумеровать только чистовики)

№2

$$p = kV \text{ (линейная зависимость)}$$

$$i = 3$$



$$① pV = \nu RT$$

12 $V = \text{const}$; p - увеличивается, $\Rightarrow T$ увеличивается

23 $p = \text{const}$; V - увеличивается, $\Rightarrow T$ увеличивается

31 p - уменьшается, V - уменьшается, $\Rightarrow T$ - уменьшается.

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{C_v}{C_p} = \frac{\frac{i}{2} \cdot R}{\frac{1+i}{2} \cdot R} = \frac{i}{1+i} = \frac{3}{5}$$

② изобарный - 2/3

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = ? \quad \Delta U_{23} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$A_{23} \overset{\text{изобарный}}{=} p_2 \Delta V = p_2 (V_3 - V_2) = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{\nu R (T_3 - T_2)} = \frac{3}{2}$$

$$③ V_1 = V_2; p_1 = kV_1; p_2 = p_3$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A_{\text{цикл}} = \frac{(V_3 - V_2) \cdot (p_2 - p_1)}{2} = k \frac{(V_3 - V_2) \cdot (V_3 - V_1)}{2} =$$

$$= k \frac{(V_3 - V_1)^2}{2}$$

$$Q_n = Q_{12} + Q_{23}; Q_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \left(\frac{\nu R (T_2 - T_1)}{M} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1) = \frac{3}{2} k V_1 (V_3 - V_1)$$

$$Q_{23} = \nu C_p (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) =$$

$$= \frac{5}{2} k V_3 (V_3 - V_1)$$

$$\eta = \frac{A}{Q_n} = \frac{k(V_3 - V_1)^2}{2 \cdot \left(\frac{3}{2} k V_1 (V_3 - V_1) + \frac{5}{2} k V_3 (V_3 - V_1) \right)} = \frac{V_3 - V_1}{3V_1 + 5V_3}$$

$$\eta = \frac{\frac{V_3}{V_1} - 1}{3 + 5 \frac{V_3}{V_1}}$$

пусть $\frac{V_3}{V_1} = x > 0$

$$\eta = f(x)$$

$$f(x) = \frac{x-1}{3+5x}$$

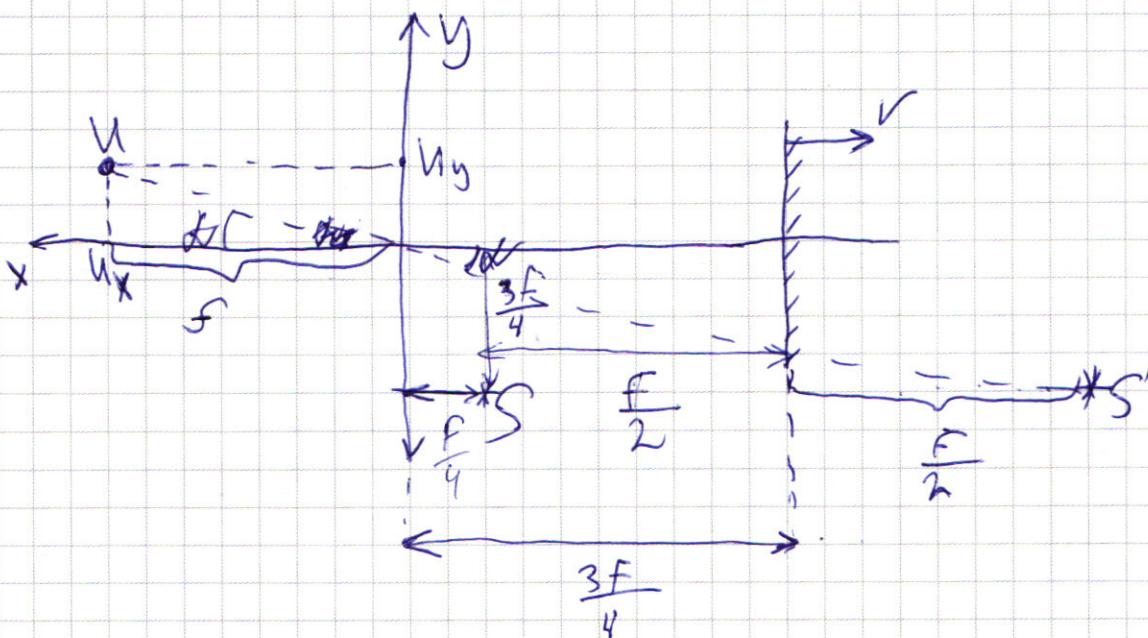
$$f'(x) = \frac{(3+5x) - (x-1) \cdot 5}{(3+5x)^2} = \frac{8}{(3+5x)^2} > 0$$

$\Rightarrow f'(x)$ - монотонно
возрастает

$$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = \frac{1}{5}$$

$$\Rightarrow \eta_{\text{max}} = 20\%$$

N5



①. $d = \frac{3f}{4} + \frac{F}{2} = \frac{5}{4} \cdot f$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{4}{5f} + \frac{1}{f} \Rightarrow$$

$$\underline{f = 5F}$$

② $\operatorname{tg} \alpha = \frac{u_y}{u_x} = \frac{h}{F} ; h = \frac{3F}{4}$

$$\underline{\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}}$$

③ $r^2 = \frac{U \cos \alpha}{V}$

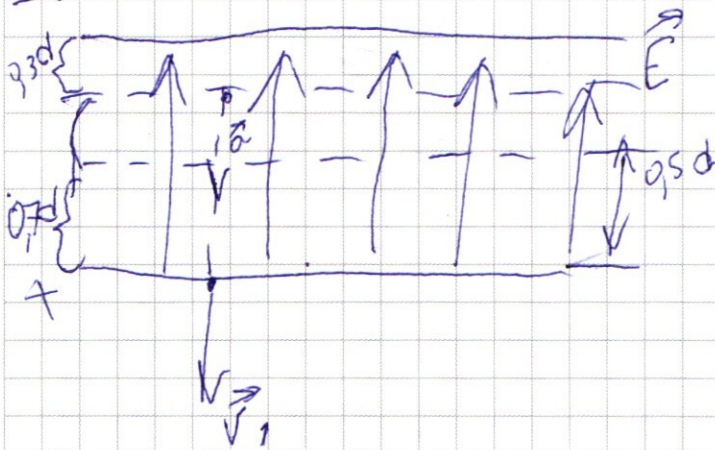
$$r = \frac{d}{f} = \frac{5F}{\frac{5}{4}F} = 4$$

$$U = \frac{r^2 V}{\cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{3}{4}\right)^2}} = \frac{1}{5} = \frac{4}{5} ; U = \frac{4^2 \cdot V}{\frac{4}{5}} = \underline{20V}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N3



$$\begin{aligned} (1) \quad 2as &= v_1^2 - 0 \\ 2a \cdot 0.7d &= v_1^2 \\ a &= \frac{v_1^2}{1.4d} = \frac{5v_1^2}{7d} \end{aligned}$$

$$0.2d = \frac{aT^2}{2}$$

$$T = \frac{\sqrt{0.4d}}{a} = \sqrt{\frac{0.4d \cdot 7d}{5v_1^2}}$$

$$= \frac{d}{v_1} \cdot \sqrt{\frac{2.8}{5}} = \frac{d}{v_1} \cdot \sqrt{0.56}$$

$$\begin{aligned} (2) \quad a &= \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = jE \\ E &= \frac{\sigma}{\epsilon_0} \end{aligned}$$

$$\frac{5v_1^2}{7d} = \frac{q\sigma}{\epsilon_0}; \quad \sigma = \frac{q}{S}$$

$$\sigma = \frac{5\epsilon_0 v_1^2}{7qd}; \quad q = \frac{5v_1^2 \epsilon_0}{7qd} \cdot S; \quad S = 5T^2 R^2$$

$$(3) \quad \underline{V_2 = V_1}; \quad \text{вне кондензатора } E=0 \Rightarrow F=0 \Rightarrow V = \text{const.}$$

A diagram showing a particle moving along a curved path. The path is defined by points A, B, and C. At point A, a force vector $\vec{F}$ is shown acting along the path, and a velocity vector $\vec{v}$ is shown acting tangentially to the path. At point B, a force vector $\vec{F}$ is shown acting along the path, and a velocity vector $\vec{v}$ is shown acting tangentially to the path. At point C, a force vector $\vec{F}$ is shown acting along the path, and a velocity vector $\vec{v}$ is shown acting tangentially to the path. The diagram also shows a normal force vector $\vec{N}$ acting perpendicular to the path at point B. The path is labeled with points A, B, and C, and the forces are labeled $\vec{F}$ and $\vec{N}$.

$m = 0,3 \text{ kg}$

$$R_s = 0,53 \mu$$

$$L = \frac{SR}{4}$$

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

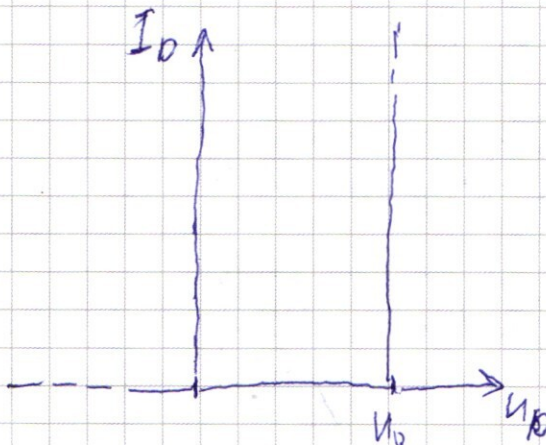
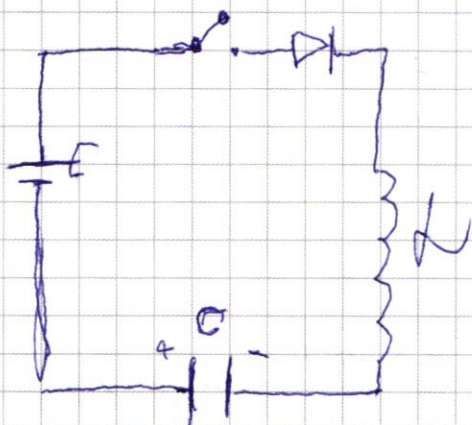
$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$

① ~~1~~ $V \cos \beta = V \cos \alpha$; $V = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot V = \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{3} \cdot V = 50 \text{ cm/L}$

☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4



$$① E = L \frac{dI}{dt} + U_0 - U_1$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{E + U_1 - U_0}{L} = \frac{6 + 2 - 1}{0,1} = 70 \text{ A/C}$$

$$② \left. \frac{dI}{dt} \right|_{I=I_{\max}} = 0 \Rightarrow E = U_0 - U; U - \text{напряжение конденсатора.}$$

$$U = U_0 - E = 1 - 6 = -5 \text{ В}$$

$$W_{\max} = \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{CU^2}{2}$$

$$W_{\max} = \frac{CU_1^2}{2}$$

$$\Delta W = qE - qU_0; q = C(U_1 - U) = 40 \cdot 10^{-6} \cdot (2 + 5) = 2,80 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$$

$$q(E - U_0) = 2,8 \cdot 10^{-4} (6 - 1) = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

$$q(E - U_0) = 1,48 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} \quad W_{\text{кин}} = W_{\text{пот}}$$

$$\frac{LI_{\text{max}}^2}{2} = W_{\text{кин}} - \frac{CU^2}{2} = \left(1,48 \cdot 10^{-3} - \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot (-5)^2}{2} \right) = 9,8 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{2 \cdot \frac{W_{\text{кин}} - \frac{CU^2}{2}}{L}}$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \left(W_{\text{кин}} - \frac{CU^2}{2} \right)}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 10^{-4}}{9,1}} = 0,14 \text{ А}$$

В) $I_2 = 0$

$$q = C(U_1 - U_2)$$

$$qE - qU_0 = \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$q(E - U_0) = \frac{C}{2} (U_2 - U_1) \cdot (U_2 + U_1)$$

$$C(U_1 - U_2) \cdot (E - U_0) = \frac{C}{2} (U_2 - U_1) \cdot (U_2 + U_1)$$

$$-2(E - U_0) = U_2 + U_1$$

$$-2E + 2U_0 = U_2 + U_1$$

$$U_2 = -2E + 2U_0 - U_1 = (-2 \cdot 6 + 2 \cdot 1 - 2) = -12 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

Дано:

$$v = 34 \text{ см/с}$$

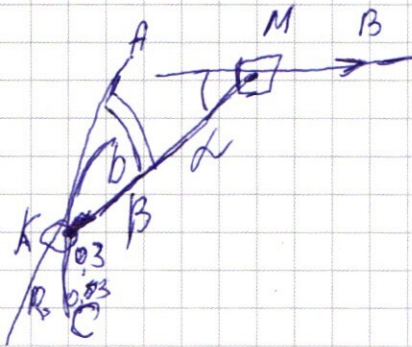
$$\cos \alpha = 15/17$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$\cos \beta = 3/5$$

$$R = 0,5 \text{ Ом}$$

$$I = 5R/4$$



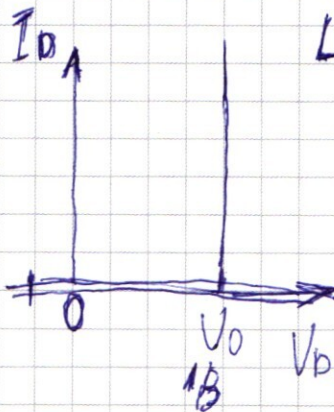
~~Решение:~~

$$\cos \beta =$$

$$\cos \beta = \frac{3}{5} \Rightarrow \beta = 53,1^\circ$$

$$\gamma = \beta + 55^\circ = 108,1^\circ$$

№4.

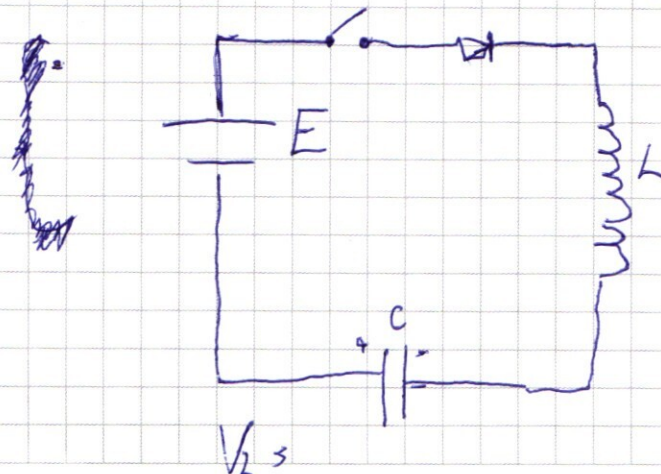


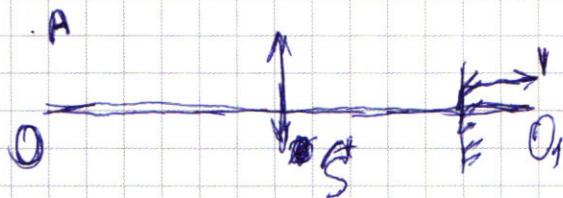
$$L = 0,1 \text{ Гн}, C = 40 \text{ мкФ}$$

$$V_1 = 2 \text{ В}, E = 6 \text{ В}$$

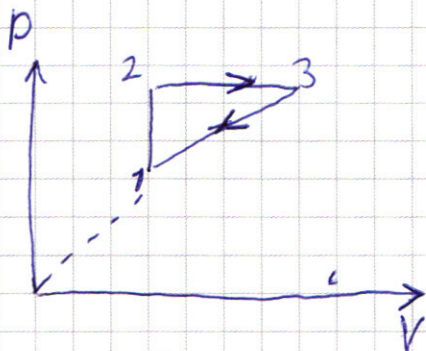
~~Решение:~~

$$V_1 \rightarrow V_2 = ?$$





№2.



1

2

3

~~scribbles~~

~~scribbles~~

~~scribbles~~