

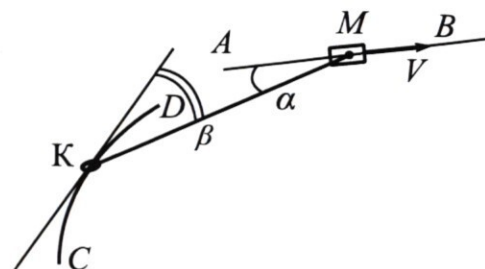
Олимпиада «Физтех» по физике, с

Класс 11

Вариант 11-01

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.



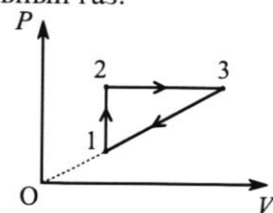
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

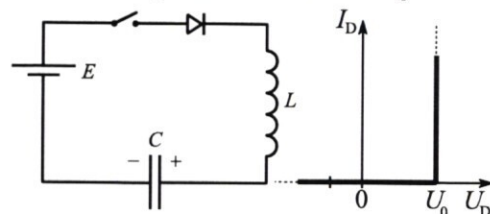
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

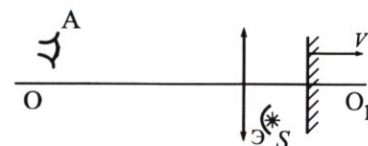


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

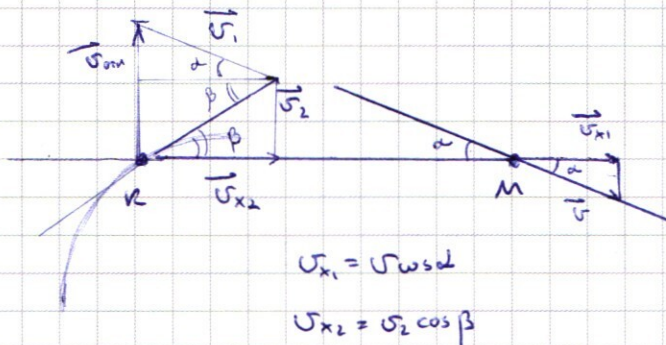
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

①



т.к. на кольцо не действует $F_{тр}$, то
 $v_{x1} = v_{x2}$, ведь известно, что $km = \frac{5R}{3}$,
 это расстояние неизменно, и значит
 K и M не удаляются друг от
 друга, а приближаются от, очевидно,
 не могут, вектор $\vec{v}$ направлен от JK

1) $v_{x1} = v_{x2}$

$v \cos \alpha = v_2 \cos \beta$

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

$v_2 = \frac{68 \frac{m}{c} \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = 5.15 \frac{m}{c} = 75 \frac{m}{c}$

2) $\vec{v}_{sum} = \vec{v}_2 + \vec{v}_1$
 $\vec{v}_1 = \vec{v}$

$v_{sum} = v_2 \sin \beta + v \sin \alpha$

$\sin \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{3}{5}$

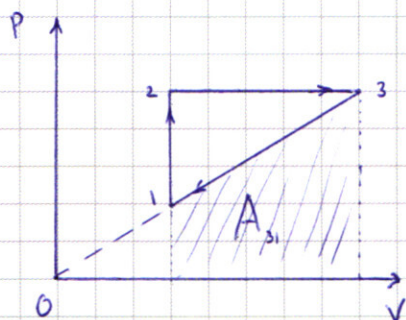
$\sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2} = \frac{8}{17}$

$v_{sum} = \frac{8}{17} \cdot 68 + \frac{3}{5} \cdot 75 = 77 \left(\frac{m}{c} \right)$

Ответ: 1) $75 \frac{m}{c}$

2) $77 \frac{m}{c}$

2)



12) $V = \text{const}$
 $P \uparrow \quad T \uparrow$

31) $P \downarrow \quad V \uparrow$
 $T \uparrow$

23) $P = \text{const}$
 $V \uparrow \quad T \uparrow$

1) $Q = A + \Delta U$

12) $A = 0$

23) $A = 0 R \Delta T$

$$C_{12} = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} R \Delta T}{\Delta T} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{23} = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} R \Delta T + R \Delta T}{\Delta T} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

2)

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$$

$$A = P_0 V = J R \Delta T$$

$$Q = A + \Delta U = \frac{5}{2} J R \Delta T$$

$$\frac{Q}{A} = 2,5$$

Ответ: 1) 0,6
2) 2,5

~~3)~~

4)

1) Скорость изменения тока

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}_{\text{свт}}}{L}$$

$$\mathcal{E}_{\text{свт}} = \mathcal{E} + U_2 - U_0$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} + U_2 - U_0}{L} = \frac{(9 + 5 - 1) \text{ В}}{0,1 \text{ Гн}} = \frac{13 \text{ В}}{0,1 \text{ Гн}} = 130 \text{ А/с}$$

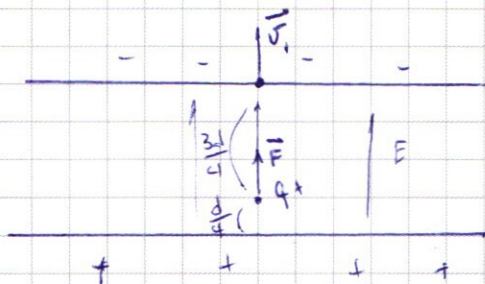
3) Ток перестанет течь ~~тогда~~ сразу после того как

$$\mathcal{E} - U_2 = U_0, \text{ т.е. } U_2 = \mathcal{E} - U_0 = 9 \text{ В} - 1 \text{ В} = 8 \text{ В}$$

Ответ: 1) 130 А/с 3) 8 В

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3



$$\begin{aligned} v_1 &= aT \\ v_1 &= \frac{F}{m} T \\ v_1 &= \frac{qET}{m} = \gamma ET \end{aligned}$$

$$v_1 = \gamma \cdot \frac{2v_1^2}{3\gamma d} \cdot T$$

$$\frac{3d}{2T} = \gamma,$$

Ответ: 1) $1,5 \frac{d}{T}$
2) $1,5 \frac{d\epsilon_0 S}{\gamma T^2}$

1)

$$S = \frac{v_1^2}{2a} \quad \text{и т.д.} \quad v_0 = 0 \quad \text{по условию}$$

$$\frac{3d}{4} = \frac{v_1^2}{2a} \quad // \quad a = \frac{F}{m}$$

$$\frac{3d}{4} = \frac{v_1^2 m}{2F} \quad F = qE //$$

$$\frac{3d}{2} = \frac{mv_1^2}{qE}$$

$$\begin{aligned} 3qEd &= 2mv_1^2 \\ E &= \frac{2mv_1^2}{3qd} = \frac{2v_1^2}{3\gamma d} \end{aligned}$$

2) $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$

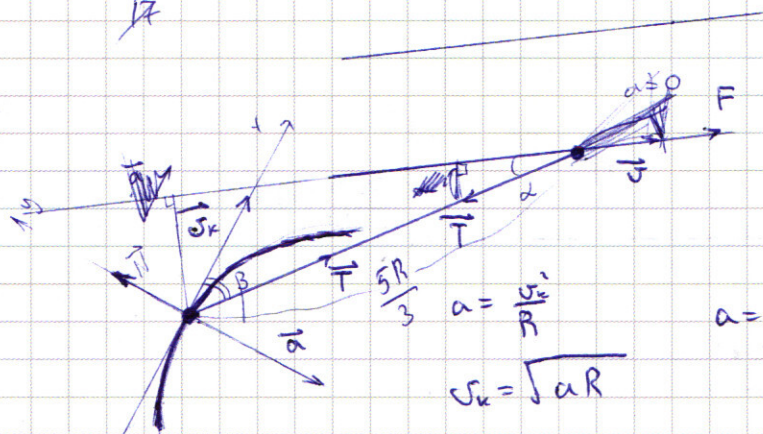
$$Q = CV$$

$$Q = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot U = \frac{\epsilon_0 S \varphi}{d} = \epsilon_0 S E$$

$$Q = \frac{\epsilon_0 S v_1}{\gamma T} = \frac{\epsilon_0 S 3d}{2T \gamma} = 1,5 \frac{\epsilon_0 S d}{T^2}$$

$$68 = 2 \cdot 34 + 4.17$$

$$v_{\omega 2} = v_x = \frac{4.17 \cdot 15}{17} = 60$$



$$a = \frac{F}{m}$$

$$F = T \cos \alpha$$

$$x: T \cos \beta = \dots$$

$$y: N = T \sin \beta + ma$$

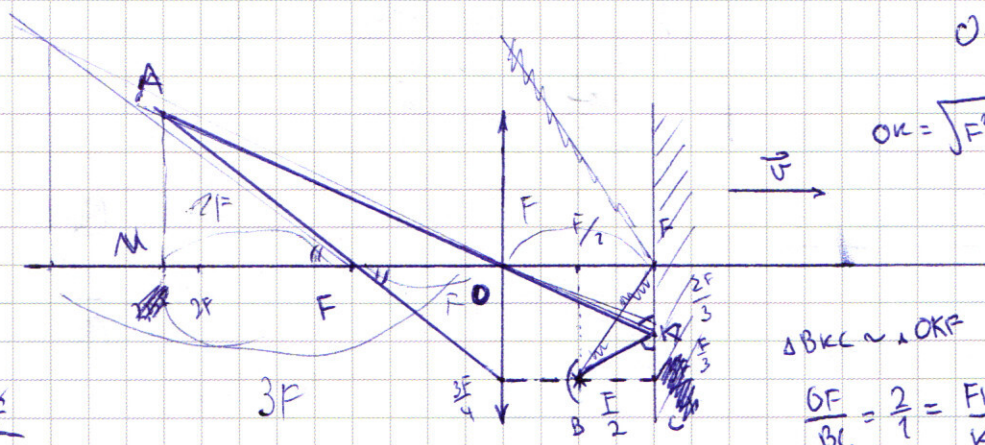
$$\frac{FG}{2AO} = \frac{OM}{F} \quad FGS = 2AO \cdot OM$$

$$\frac{OK}{AO} = \frac{OM}{F}$$

$$OM = ?$$

$$OM = 2AM$$

$$OK = \sqrt{F^2 + FK^2} = \sqrt{F^2 + \frac{F^2}{4}} = \frac{F\sqrt{5}}{2}$$



$$\triangle BKC \sim \triangle OKP$$

$$\frac{OF}{BC} = \frac{2}{1} = \frac{FK}{KC}$$

$$FK = 2KC$$

$$3KC = \frac{3F}{4}$$

$$F = 4KC$$

$$KC = \frac{F}{4}$$

$$KF = \frac{F}{2}$$

$$\frac{3F/4}{AM} = \frac{F}{MF}$$

$$\frac{3}{4AM} = \frac{1}{MF}$$

$$4AM = 3MF$$

$$AM = \frac{3MF}{4}$$

$$MO = MF + F$$

$$MF + F = \frac{3MF}{2}$$

$$2MF + 2F = 3MF$$

$$MF = 2F$$

3F

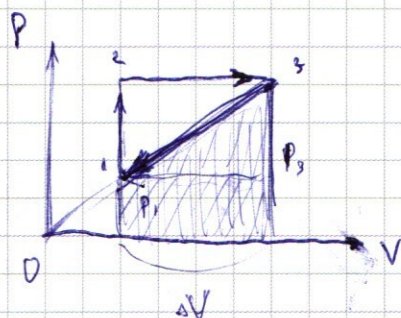
$$\triangle OAM \sim \triangle OKP$$

$$OM = 2AM$$

$$\frac{OM}{OF} = \frac{AM}{FK}$$

$$\frac{OM}{4KC} = \frac{AM}{2KC}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



12) $V = \text{const}$

$P \uparrow T \uparrow$

23) $P = \text{const}$

$V \uparrow T \uparrow$

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

3) $P \downarrow V \downarrow$
 $T \downarrow$

$$C_{12} = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{3}{2} R$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$A = P_0 \Delta V \quad \Delta U = \frac{3}{2} P_0 \Delta V$$

$$Q = P_0 \Delta V (1 + 1.5) = 2.5$$

$$A = P_0 \Delta V$$

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

$$\frac{A}{Q} = \frac{Q}{A} = 2.5$$

$$C_{23} = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{5}{2} R$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q = \Delta U$$

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

$$A = P_0 \Delta V = \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} P_0 \Delta V$$

$$A_3 = \frac{P_1 + P_2}{2} \Delta V$$

$$A_0 = \frac{3P_2 + P_1}{2} \Delta V$$

$$A_2 = P_2 \cdot \Delta V$$

$$Q =$$

$$\varepsilon_{\text{ср}} = \frac{A}{Q} = \frac{A_0 + A_2 + A_3}{Q}$$

$$\varepsilon_{\text{ср}} = \frac{L}{Q} = \frac{L}{\Delta U}$$

$$\frac{P}{T} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$U_2 = \varepsilon - U_0$$

$$L = \Delta U$$

$$\varepsilon - U_0 = Q$$

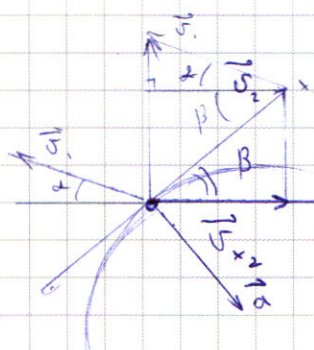
$$\varepsilon - 1 = 8$$

$$\frac{P}{T} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_0}{T_0}$$

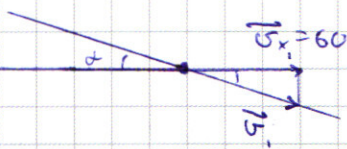
$$\frac{L}{Q} = \frac{\varepsilon - U_0}{Q} = \frac{L}{Q}$$

$$\frac{P}{T} = \frac{P_2}{T_2}$$



$$\sin \alpha = \frac{17^2 - 15^2}{17^2} = \frac{32 \cdot 2^2}{17^2} = \frac{8}{17} = \frac{6}{17}$$

$$\sin \beta = \frac{5^2 - 4^2}{5^2} = \frac{9}{25} = \frac{3}{5}$$



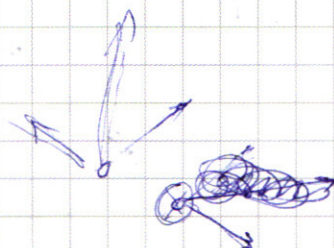
$$u_{x2} = u_2 \cos \beta$$

$$u_2 \cos \beta = u_1 \cos \alpha$$

$$u_2 \cos \beta = 60$$

$$\frac{4 u_2}{5} = 60$$

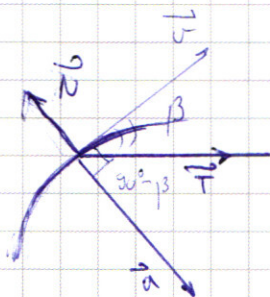
$$u_2 = 75 \text{ км/ч}$$



$$u_1 \sin \alpha + u_2 \sin \beta =$$

$$= \frac{6}{17} \cdot 60 + 75 \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= 8 \cdot 4 + 3 \cdot 15 = 32 + 45 = 77$$





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)

