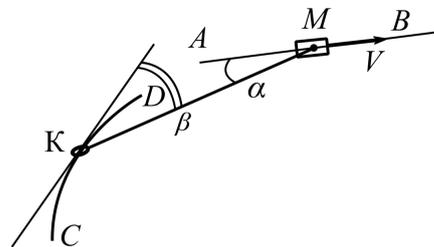


## Олимпиада «Физтех» по физике

### 11 класс, 2020 год, вариант 1

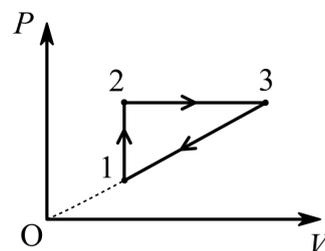
1. Муфту  $M$  двигают со скоростью  $V = 68$  см/с по горизонтальной направляющей  $AB$  (см. рис.). Кольцо  $K$  массой  $m = 0,1$  кг, может двигаться без трения по проволоке  $CD$  в виде дуги окружности радиусом  $R = 1,9$  м. Кольцо и муфта связаны лёгкой нитью длиной  $l = \frac{5R}{3}$ . Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 15/17$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 4/5$ ) 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.

$$v_K = 0,1 \cdot 9,81 = \frac{1}{2} \frac{v_M^2}{R} = 1 \text{ (} \cos \alpha = \frac{15}{17} \text{)} \quad \alpha = 0,7 \text{ (} \cos \beta = \frac{4}{5} \text{)} \quad \beta = 0,915 \text{ (} \frac{g \sin \alpha}{g \sin \alpha \cos \alpha} \text{)} = 1,1$$

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.

$$\eta = 1 - \frac{C_{V2}}{C_{V1}} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \text{ (} \frac{C_{V2}}{C_{V1}} \text{)} = 0,2$$

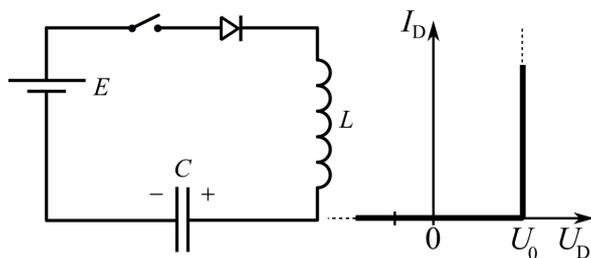
3. Обкладки конденсатора — круглые металлические сетки площадью  $S$ , расстояние между обкладками  $d$  ( $d \ll \sqrt{S}$ ). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии  $0,25d$  от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время  $T$  вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы  $\frac{q}{m} = \gamma$ . Система находится 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.

$$\frac{U}{P} \frac{c}{E^2} = \frac{z}{\rho} \left( \frac{z L^2}{\rho S^2} \frac{c}{E} = \rho \left( \frac{dL}{\rho E} = \frac{1}{\rho} \right) \right)$$

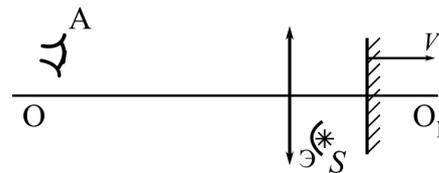
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 9$  В, конденсатор емкостью  $C = 40$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 5$  В, индуктивность идеальной катушки  $L = 0,1$  Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  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.

$$\frac{U}{P} \frac{c}{E^2} = \frac{z}{\rho} \left( \frac{z L^2}{\rho S^2} \frac{c}{E} = \rho \left( \frac{dL}{\rho E} = \frac{1}{\rho} \right) \right)$$

5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$ , плоского зеркала и небольшого экрана  $\mathcal{E}$ , 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  $A$  сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2. Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3. Найти скорость изображения в этот момент.

$L O_1 = n \left( \frac{r}{\xi} = \nu \vartheta_1 \right) (z : f \xi = f \text{ (I$
---