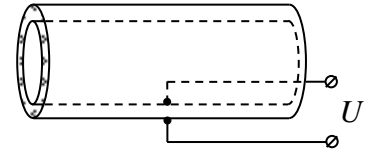


# Задания заключительного тура Инженерной олимпиады школьников

**11 класс, 2023-2024 учебный год**

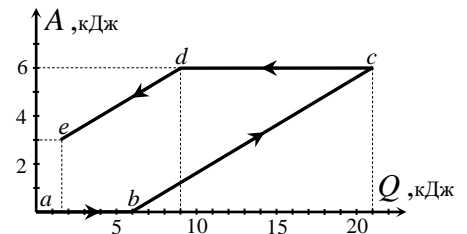
## 1 вариант

1. В водонагревателе вода медленно протекает между двумя коаксиальными металлическими цилиндрами с радиусами  $R_1$  и  $R_2$ , причем расстояние между цилиндрами много меньше их радиусов. К цилиндрам приложено постоянное электрическое напряжение  $U$  (см. рисунок), в результате чего между цилиндрами течет электрический ток, нагревая воду. Плотность воды -  $\rho_0$ , удельное сопротивление -  $\rho$ , удельная теплоемкость -  $c$ , скорость протекания воды -  $v$ . Найти изменение температуры воды на единицу длины цилиндров. Теплопотери отсутствуют.



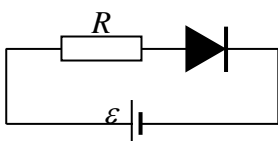
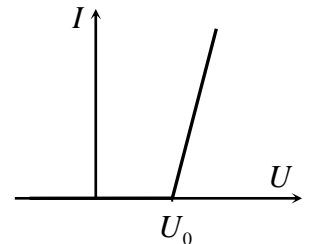
2. Во многих странах мира с целью экономии ископаемого топлива (нефти) часть бензина в автомобильном топливе заменяют спиртом, изготовленным из растительного сырья (биоэтанолом). Приготовили такую смесь бензина и биоэтанола, что вклад бензина в теплотворную способность смеси втрое больше вклада биоэтанола. Считая, что удельная теплота сгорания бензина  $q_B = 44$  МДж/кг, а биоэтанола  $q_Э = 29$  МДж/кг, найти массовые доли бензина и этанола в смеси. Найти также удельную теплоту сгорания смеси.

3. С одноатомным идеальным газом происходит процесс  $a-b-c-d-e$ , для которого дан график зависимости работы, совершенной газом с начала процесса, от количества теплоты, полученной газом с начала процесса (участки графика  $b-c$  и  $d-e$  параллельны). Известно, что  $p_a V_a = 2$  кДж, где  $p_a$  и  $V_a$  - давление и объем газа в начале процесса. Построить график зависимости давления газа от его объема в процессе  $a-b-c-d-e$ .



4. Вольтамперная характеристика диода (зависимость тока через диод от напряжения на нем) может быть приближенно записана как

$$I(U) = \begin{cases} 0, & \text{если } U < U_0 \\ k(U - U_0), & \text{если } U > U_0 \end{cases}$$



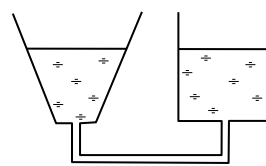
где  $U_0$  и  $k$  - известные числа (см. рисунок справа;

в направлении, противоположном стрелке в обозначении диода, диод не

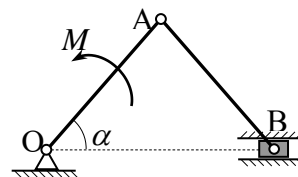
пропускает электрический ток ни при каком напряжении). Диод подключают к идеальному источнику постоянного напряжения  $\varepsilon$  через резистор  $R$  (см. рисунок слева). Найти мощность, выде-

ляющуюся в цепи, в зависимости от напряжения источника. Будет ли выделяться тепло на диоде, и если да, то какова мощность этого тепловыделения?

5. Система из двух стеклянных сообщающихся сосудов, один из которых является цилиндрическим, а второй имеет форму перевернутого конуса, заполнена водой (см. рисунок). В некоторый момент времени воду в коническом сосуде нагревают. Как при этом изменится уровень воды в цилиндрическом сосуде? Считать, что коэффициент термического расширения стекла много меньше коэффициента термического расширения воды. Ответ обосновать.



6. Кривошипно-ползунный механизм состоит из кривошипа – невесомого стержня  $OA$  длиной  $l$ , который может вращаться вокруг оси  $O$ , шатуна – невесомого стержня  $AB$  такой же длины  $l$ , шарнирно связанного с кривошипом, и ползуна  $B$  массой  $m$  – точечного тела, которое шарнирно связано с шатуном и может без трения двигаться в горизонтальных направляющих (см. рисунок).



Кривошип вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega$  в вертикальной плоскости вокруг оси  $O$  под действием приложенного к нему момента  $M$  внешней силы. Найти момент  $M$  внешней силы, когда угол между кривошипом и направляющими равен  $\alpha$ .