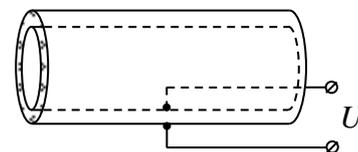


Задания заключительного тура Инженерной олимпиады школьников

11 класс, 2023-2024 учебный год

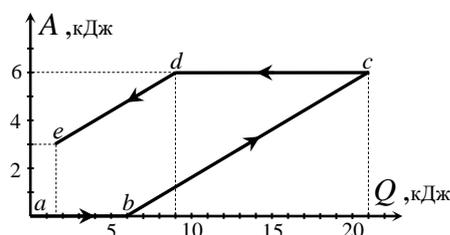
1 вариант

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 - ρ_0 , удельное сопротивление - ρ , удельная теплоемкость - c , скорость протекания воды - v . Найти изменение температуры воды на единицу длины цилиндров. Теплопотери отсутствуют.



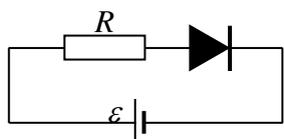
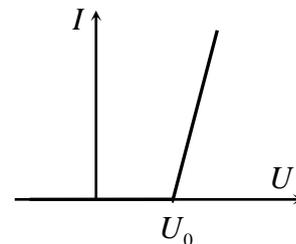
2. Во многих странах мира с целью экономии ископаемого топлива (нефти) часть бензина в автомобильном топливе заменяют спиртом, изготовленным из растительного сырья (биоэтанолом). Приготовили такую смесь бензина и биоэтанола, что вклад бензина в теплотворную способность смеси втрое больше вклада биоэтанола. 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

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

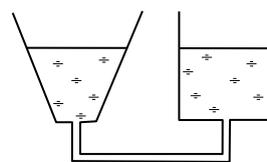


где U_0 и k - известные числа (см. рисунок справа;

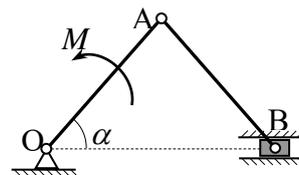
в направлении, противоположном стрелке в обозначении диода, диод не пропускает электрический ток ни при каком напряжении). Диод подключают к идеальному источнику постоянного напряжения ε через резистор R (см. рисунок слева). Найти мощность, выде-

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 ω 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 α .