



Термоэлектричество — общее название явлений прямого преобразования электричества в теплоту и наоборот, теплоты в электричество. Термоэлектричество, как правило, основано на контактной разнице потенциалов в проводниках и полупроводниках. Работа выхода электрона из материала разнится для разных проводников, а потому имеет место такой эффект, как контактная разность потенциалов. Контактная разность потенциалов, как правило, зависит только от материалов, которые контактируют друг с другом. В зависимости от температуры, контактная разность потенциалов может меняться. Эта зависимость может быть описана простой формулой (температура в кельвинах):

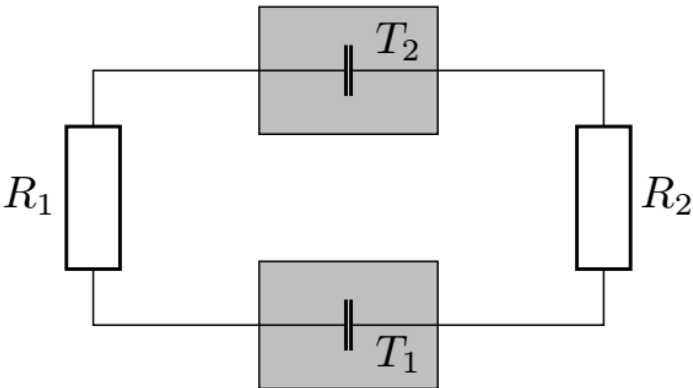
$$U(T) = \beta + \alpha T$$

Здесь и далее считать, что напряжение в формуле – **потенциал первого металла минус потенциал второго**.

Помимо прочих термоэлектрических эффектов, одним из самых интересных является эффект Пельтье. Эффект Пельтье заключается в том, что при прохождении тока I через напряжение U на контакте выделяется тепловая мощность UI (прямой эффект Пельтье). Но если электрическую схему собрать так, что ток будет проходить через контактную разность потенциалов в обратном направлении, т.е. ток потечет от меньшего потенциала к большему, то контакт будет **забирать** тепловую мощность UI из окружающей среды (обратный эффект Пельтье).

Часть А

Через два теплоизолированных сосуда с водой проходят два провода из разных материалов сопротивлением R_1 и R_2 . На контакте потенциал проводника 1 всегда выше, чем у проводника 2. У проводов нет электрического контакта ни с водой, ни с материалом сосудов, их теплопроводность мала. Температура сосуда $T_2 > T_1$.



- A1 ^{1.00} Найдите величину тока в схеме, если коэффициенты α и β заданы. Найдите мощности P_1 и P_2 , выделяющиеся на обоих контактах.
- A2 ^{1.00} Из общих термодинамических соображений и условия укажите знак коэффициентов α и β .
- A3 ^{1.00} Из общих термодинамических соображений и условия найдите минимально возможное значение коэффициента β .
- A4 ^{0.50} Пометьте в листе ответов плюсом контакты с прямым эффектом Пельтье и минусом с обратным, а также укажите стрелкой направление тока в цепи.

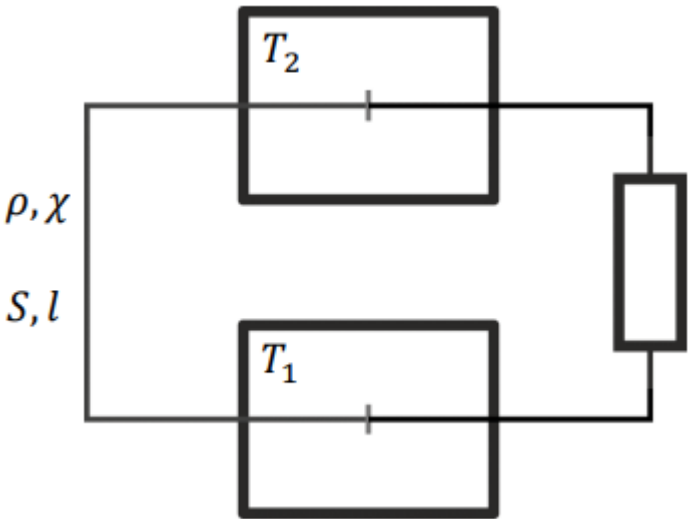
Часть В

Пусть оба сосуда заполнены водой массой $m = 1$ кг. Первый сосуд имеет температуру $T_{1,0} = 0^\circ\text{C}$, а второй $T_{2,0} = 100^\circ\text{C}$. Коэффициент β из предыдущей части принимает минимальное значение.

- B1 ^{1.50} Найдите температуры T_1 и T_2 первого и второго сосудов в момент, когда в системе остановится ток.
- B2 ^{1.00} Найдите тепло Q_1 и Q_2 , выделившееся на резисторах

Часть С

На основе приведенной схемы можно собрать простую термобатарею. Пусть во втором сосуде находится вода при $T_2 = 273$ К, а в первом – жидкий азот при атмосферном давлении, его температура равна температуре кипения $T_1 = 77$ К. В дальнейшем используйте обозначение $\Delta T = T_2 - T_1$. Считайте, что жидкий азот и вода постоянно подливаются в систему, а лед не намерзает на провода.



Перенос энергии в результате теплопроводности описывается законом Фурье. Плотность потока энергии q через сечение провода определяется теплопроводностью материала провода χ и распределением температуры по длине $T(x)$:

$$q = -\chi \frac{dT}{dx}$$

- C1 ^{0.50} Найдите максимально выдаваемое напряжение такой батареи U_0 , если $\alpha = 1000$ мВ/К.

C2^{2.50}

Считая, что основные теплотери происходят в проводе между двумя резервуарами (левым), и пренебрегая потерями в проводах, ведущих на нагрузку, а также стенках резервуара, найдите такое значение тока I_0 , при котором отношение полезной работы к теплу, получаемому азотом, максимально. Найдите значение этого максимального коэффициента. Теплопроводность χ и удельное сопротивление ρ , а также сечение S и длину l левого провода считайте заданными. Провод, находящийся между резервуарами, проходит в основном снаружи. Считайте, что $\frac{\alpha^2 \Delta T}{\rho \chi} \gg 1$.

Т

Термодинамика

Постоянный ток

Цепи

Теплопроводность

2019

Сборы XY

X

Термоэлектричество



Website in English