УДК 621

СВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ МЕТАЛЛОВ

Студенты гр. 10115116 Бурвель Е. В., Третьякевич М. Г.
Канд. техн. наук, доцент Смурага Л. Н.
Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим данную зависимость с позиции классической электронной теории. Согласно этой теории электроны в металлах ведут себя как классический идеальный газ: с одной стороны они переносят теплоту, а с другой - электрический заряд.

Теплопроводность газа $\lambda = \frac{1}{3} C_V \rho l_0 \overline{v}$. Удельная теплоемкость газа $C_V = \frac{dU_{уд}}{dT}$, удельная внутренняя энергия газа $U_{уд} = \frac{U}{m} = \frac{\frac{imRT}{2\mu}}{m} = \frac{iRT}{2\mu}$. Удельная теплоемкость будет равна $C_V = \frac{iR}{2\mu} = \frac{ikN_a}{2mN_a} = \frac{3k}{2m}$. С учетом плотности газа $\rho = nm$ и преобразований окончательно теплопроводность электронного газа примет вид $\lambda = \frac{1}{2} nkl_0\overline{v}$.

Здесь число степеней свободы для одноатомного газа i = 3, n – концентрация электронов, k– постоянная Больцмана, l_0 – длина свободного пробега электронов, $\overline{v}$ - средняя скорость хаотического движения электронов, m - масса электрона; $\mu, R, N_а$ – соответственно молярная масса газа, молярная газовая постоянная, число Авогадро.

Удельная электропроводность металлов $\sigma = \frac{e^2 n l_0}{2m\overline{V}}$; поделив $\frac{\lambda}{\sigma}$ и с учетом $m\overline{V}^2 = 3kT$, окончательно получим связь между теплопроводностью и электропроводностью для металлов:

$\frac{\lambda}{\sigma} = 3\left(\frac{k}{e}\right)^2 T$. Данное выражение в физике является законом Видемана-Франца, хорошо выполняется при низких температурах и немногим большим комнатной. Здесь число Лоренца $L = 3\left(\frac{k}{e}\right)^2$ определяется универсальными константами и поэтому не зависит от природы металла и численно равно $\approx 2.25\text{x}10^{-8}$, (Вт Ом)$/K$.

Изучение явления электропроводности металлов с позиции классической физики сводится к нахождению численного значения числа Лоренца. Экспериментальным путем находят коэффициент теплопроводности металла, далее определяют сопротивление образца и его удельное сопротивление в пределах температур 30–40 °С, потом удельную электропроводность, затем число Лоренца и сравнивают его с теоритическим значением.