

## Экспериментальное исследование скоростей упорядоченного и теплового движения электронов, их концентрации в металлах

Позняк В.С., Баранов А.А., Юшко В.С.

Белорусский национальный технический университет

Классическая электронная теория металлов позволяет определить скорости упорядоченного и теплового движения электронов, а также определить концентрацию свободных электронов в металле. Электронный газ в классической теории является идеальным и имеет среднюю арифметическую скорость теплового движения электронов равную

$$v_T = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}.$$

Эта скорость при комнатной температуре является достаточно большой и составляет по порядку величину  $10^5 \frac{м}{с}$ .

Предлагается путем непосредственного измерения вольтамперной характеристики для проволоки из нихрома определить скорость упорядоченного движения электронов и их концентрацию.

Как следует из электронной теории скорость упорядоченного движения электронов в металле равна  $v = \frac{e U}{2m l} \tau$ , где  $l$  – длина проволоки,  $m$

масса электрона,  $e$  – его заряд,  $U$  – напряжение,  $\tau$  – время свободного пробега электрона в металле. В качестве  $\tau$  принято значение  $3 \cdot 10^{-15}$  с. Тогда скорости упорядоченного движения электронов, создающего постоянный ток, составляют доли мм/с. В силу соотношения  $j = env$  эта скорость линейно возрастает с увеличением плотности тока  $j$ , что убедительно подтверждается экспериментом.

Для концентрации  $n$  электронного газа в металле из электронной теории следует соотношение  $n = \frac{2mIl}{e^2 S U \tau}$ , где  $S$  – площадь поперечного сечения проволоки,  $I$  – сила тока.

Расчеты выполненные с учетом экспериментальных значений  $I$  и  $l$  приводят к величине  $n = 1,9 \cdot 10^{28} \frac{1}{м^3}$ . Это значение по порядку величины согласуется с соотношением для концентрации «атомов» нихрома

$$n = \frac{N_A}{\mu} \rho = 0,88 \cdot 10^{28} \frac{1}{м^3}, \text{ где принято } \mu = 56 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}, \rho = 8,2 \cdot 10^3 \frac{кг}{м^3}.$$

Из сопоставления двух последних концентраций вытекает, что в среднем на каждый «атом» нихрома приходится примерно два свободных электрона.