

Классическая теория электропроводности металлов

Исходя из представлений о свободных электронах Друде создал классическую теорию электропроводности металлов, которая затем была усовершенствована Лоренцем.

Друде предположил, что электроны проводимости в металле ведут себя подобно молекулам идеального газа. У них есть средняя длина свободного пробега λ и они сталкиваются с ионами, образующими кристаллическую решетку. Среднюю скорость теплового движения электронов можно оценить:

$$\langle v \rangle = \sqrt{8kT/\pi m} \quad (1)$$

Закон Ома

Друде считал, что при соударении электрона с ионом кристаллической решетки приобретенная электроном дополнительная энергия передается иону. !!! Предположим, что поле, ускоряющее электроны, однородно. Тогда под действием поля электрон получит постоянное ускорение, равное eE/m и к концу свободного пробега скорость упорядоченного движения достигнет в среднем значения:

$$u_{max} = \frac{eE}{m} \tau \quad (2)$$

Здесь τ – время между двумя последовательными соударениями электрона и ионов.

Друде не учитывал распределение электронов по скоростям и приписывал всем электронам одинаковое значение скорости v , поэтому

$$\tau = \frac{\lambda}{v} \quad (3)$$

В итоге:

$$u_{max} = \frac{eE\lambda}{mv} \quad (4)$$

Среднее значение $\langle u \rangle$ за пробег равно $\frac{1}{2}u_{max}$ (т.к. u изменяется линейно).

Поскольку $j = ne \langle u \rangle$, получаем:

$$j = \frac{ne^2\lambda}{2mv} E \quad (5)$$

Плотность тока пропорциональна напряженности поля. Мы пришли к закону Ома и нашли выражение для удельной проводимости:

$$\sigma = \frac{ne^2\lambda}{2mv} \quad (6)$$