

Экспериментальное исследование закона Джоуля-Ленца в дифференциальной форме в лабораторном практикуме

Позняк В.С., Сороговец Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Работа A постоянного электрического тока за время t при передвижении заряда q по цепи с разностью потенциалов U равна

$$A = qU = IUt.$$

Если отсутствуют механические перемещения металлических проводников и отсутствуют не тепловые потребители энергии (электромоторы, аккумуляторы и т.п.), то работа тока затрачивается на увеличение внутренней энергии проводников, что приводит к выделению тепла Джоуля-Ленца

$$Q = IUt.$$

Закон Джоуля-Ленца справедлив и для электролитов, а это означает, что работа сил электрического поля не тратится на образование ионов. Выделяющееся тепло производится только за счет работы сторонних сил.

Тепло, выделяемое в единице объема однородного металлического проводника длиной l и площадью поперечного сечения S за единицу времени, т.е. объемная тепловая мощность w пропорциональна плотности тока и напряженности электрического поля, что представляет закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме:

$$w = \frac{Q}{Vt} = \frac{I}{S} \cdot \frac{U}{l} \cdot \frac{t}{t} = jE,$$

где $j = I/S$ – плотность тока, $U/l = E$ – напряженность электрического поля. Форма $w = \rho j^2$ закона Джоуля-Ленца (ρ – удельное сопротивление проводника) является более общей, чем форма $w = \sigma E^2$ (σ – удельная электропроводность), так как первое соотношение не зависит от природы сил, возбуждающих ток. В эксперименте используется закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме в виде

$$\frac{IU}{Sl} = \sigma \left(\frac{U}{l} \right)^2. \quad (1)$$

На опыте измеряется ряд значений силы тока I и соответствующих напряжений U . При измерениях учитывается, что сопротивление вольтметра намного больше сопротивления исследуемого проводника, а сопротивление амперметра много меньше сопротивления проводника. При этом погрешность, как показывает оценка, не превышает 2-3%, таким образом можно убедиться в справедливости закона Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.