

Классическая теория электропроводности. Сила тока. Плотность тока. Закон Ома в локальной формулировке. Границы применимости закона Ома и возможные области нарушения. Электрическое сопротивление как квантовое явление.

Сила тока – заряд, проходящий в единицу времени через некоторое поперечное сечение проводника. В СИ измеряется в амперах, т.е. Кл/с.

Плотность тока – заряд, проходящий в единицу времени через единичную площадь. Её вектор $\vec{j} = \rho \vec{v}$ (нижнее подчёркивание означает вектор, т.к. не знаю, как делать верхнюю), где ρ – объёмная плотность зарядов.

Закон Ома в локальной формулировке: для однородного участка цепи ток $I = U/R$, где U – напряжение на участке, а R – его сопротивление.

Закон Ома применим, пока скорость упорядоченного движения зарядов много меньше скорости их хаотичного теплового движения – тогда её изменением при изменении поля можно пренебречь. В металлах при комнатной температуре это выполняется при любом разумного размера поле (т.е. при том, при котором перестаёт выполняться, уже разрушается металл). В жидкостях есть нарушения: например, ток $= (U - U_0)/R$, где U_0 – сдвиг из-за поляризации электрода (т.е. на электроде оседает слой вещества из раствора, и свойства перехода между этим слоем и жидкостью не те же, как между электродом и жидкостью). Закон Ома не выполняется для, например, полупроводников, газов или вакуума.

Квантовое явление: классически не объясняется, почему сопротивление металлов растёт с температурой. Идеальная периодическая решётка неподвижна. Здесь же объясняется, что происходят тепловые колебания решётки, и рассеяние происходит из-за них. Чем выше температура, тем сильнее получают колебания, и, следовательно, больше рассеяние.