

Наличие свободных электронов в металлах

Металлы – хорошие проводники. Требовалось выяснить природу носителей зарядов в них.

В 1901 году Рикке поставил опыт по определению этой природы. Он взял два медных цилиндра и один алюминиевый, с тщательно отшлифованными торцами. Соединив их в последовательности "медь-алюминий-медь" он начал пропускать через полученный проводник заряд. Спустя год цилиндры были исследованы: они не изменились. Следовательно, заряд переносят не атомы металла, а другие частицы, например, электроны.

Чтобы доказать причастность электронов к переносу заряда в металлах, Лоренц предложил другой опыт. Если в металлическом проводнике есть свободные заряженные частицы, при торможении проводника они должны некоторое время продолжать двигаться по инерции. В результате будет перенесен заряд. Пусть проводник движется со скоростью \vec{v}_0 . Начнем тормозить его с ускорением \vec{a} . Такое же ускорение можно сообщить носителям в неподвижном проводнике, если создать в нем электрическое поле напряженности $\vec{E} = -\frac{m\vec{a}}{e'}$, т.е. приложить к концам провода разность потенциалов:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 \vec{E} d\vec{l} = - \int_1^2 \frac{m\vec{a}}{e'} d\vec{l} = -\frac{mal}{e'} \quad (1)$$

В этом случае по проводу течет ток с силой

$$I = (\varphi_1 - \varphi_2)/R \quad (2)$$

Поэтому за время dt по проводу пройдет заряд

$$dq = Idt = -\frac{mal}{e'R} dt = -\frac{ml}{e'R} dv \quad (3)$$

Заряд, протекающий при торможении, равен:

$$q = \int dq = - \int_{v_0}^0 \frac{ml}{e'R} dv = \frac{mlv_0}{e'R} \quad (4)$$

Опыт Лоренца был поставлен Толменом и Стюартом в 1916 г. Вычисленный удельный заряд был близок к удельному заряду электрона, что доказало их причастность к переносу зарядов в металлах.