

ЧАСТЬ II

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

ГЛАВА IV

ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

§ 14. Электрический ток. Ток проводимости

Электрическим током называется направленное движение электрических зарядов. При этом возможны различные случаи.

Зарядим какое-либо тело, т. е. сообщим ему электрический заряд, и будем перемещать это тело в пространстве. В этом случае электрические заряды будут перемещаться вместе с макроскопическими телами, на которых они находятся (рис. 2.1, а). Такой ток называется конвекционным (переносным) током.

Рассмотрим теперь проводник, в котором создано и поддерживается внешнее электрическое поле E . Находящиеся внутри проводника свободные электрические заряды будут двигаться: положительные — по полю, а отрицательные — против поля (рис. 2.1, б). Случай, когда микроскопические электрические заряды движутся внутри неподвижного макроскопического тела (твердого, жидкого или газообразного), носит название тока проводимости.

Третий случаем является так называемый ток в вакууме, когда микроскопические электрические заряды движутся в пустоте независимо от макроскопических тел. Примером могут служить потоки электронов в электронной лампе (рис. 2.1, в).

Изучение законов электрического тока мы начнем с наиболее простого и технически наиболее важного случая тока проводимости, идущего по проводнику. Введем сначала некоторые основные понятия.

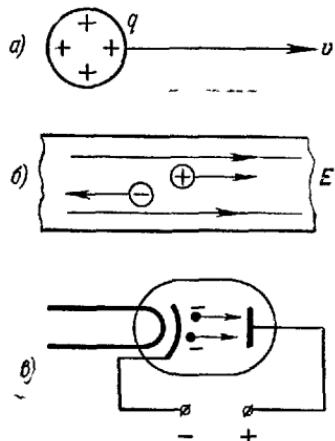


Рис. 2.1.

Заряженное тело A соединим проводником с землей (рис. 2.2). Тело A будет разряжаться, и через проводник пойдет электрический ток. За промежуток времени dt заряд тела A уменьшится на некоторую величину dq . Отношение

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (14.1)$$

называется током в проводнике. Термин «сила тока», как устаревший и не соответствующий физическому смыслу описываемого им понятия, ныне не употребляется.

Если за равные промежутки времени через любое сечение проводника проходят одинаковые количества электричества, то ток

$$I = \frac{dq}{dt} = \text{const}$$

не будет зависеть от времени. Такой ток принято называть постоянным и обозначать символом I . Если же ток

со временем меняется, т. е. $dq/dt \neq \text{const}$, то он является переменным и обозначается буквой i^*).

Величина тока в системе СИ измеряется в амперах, причем эта величина определяется как добавочная, четвертая единица (см. § 32). Единица заряда — кулон определяется через ампер: это заряд, протекающий через сечение проводника за 1 сак, при токе в нем 1 а:

$$1 \text{ к} = 1 \text{ а} \cdot 1 \text{ сак} \approx 3 \cdot 10^9 \text{ СГС ед. заряда.}$$

В общем случае при прохождении тока в проводнике перемещаются заряды обоих знаков, движущиеся в противоположных направлениях. В связи с этим понятие о направлении электрического тока является до некоторой степени условным. Исторически сложилось так, что за направление электрического тока условились считать направление движения положительных зарядов, или, что то же самое, направление, обратное движению отрицательных зарядов.

$^*)$ В электротехнике называют переменными и обозначают буквой i обычно только такие токи, величина которых меняется со временем по чисто синусоидальному закону.

Возвращаясь к рис. 2.2, мы можем сказать, что уменьшение заряда тела A на dq происходит как за счет уноса некоторого количества положительных зарядов dq_+ вдоль направления тока по проводнику в землю, так и за счет перехода некоторого количества отрицательных зарядов dq_- из земли по проводнику к телу A против направления тока. В общем случае dq будет представлять собой арифметическую сумму двух количеств $dq = dq_+ + dq_-$ и

$$i = \frac{dq_+ + dq_-}{dt}. \quad (14.2)$$

§ 15. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводников

Рассмотрим отрезок однородного цилиндрического проводника длиной l (рис. 2.3). Для того чтобы в этом проводнике шел постоянный ток I , необходимо внутри проводника поддерживать постоянное электрическое поле E . Так как напряженность электрического поля равна градиенту потенциала, взятого с обратным знаком (см. § 8), то

$$E = -\frac{d\Phi}{dl} = -\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{l} = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{l} = \frac{U}{l}, \quad (15.1)$$

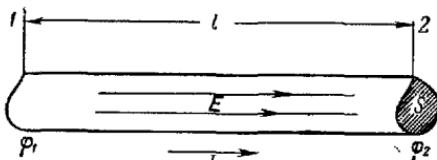


Рис. 2.3.

где Φ_1 и Φ_2 — электрические потенциалы в начальном и конечном сечении проводника, а

$$U = \Phi_1 - \Phi_2 \quad (15.2)$$

падение потенциала на выделенном нами участке электрической цепи $1-2$, называемое напряжением, приложенным к проводнику.

При изменении напряжения U меняется и ток I , текущий в проводнике. В 1826 г. Ом экспериментально установил прямую пропорциональность между током и напряжением:

$$I \sim U.$$

Обозначим коэффициент пропорциональности, характеризующий электрическую проводимость проводника, через G ; величина R , обратная проводимости проводника, $R = 1/G$ называется его электрическим сопротивлением; тогда

$$I = GU = \frac{1}{R} U. \quad (15.3)$$