

Постоянный электрический ток

Направленное движение заряженных частиц называется электрическим током.

Различают ток проводимости, конвекционный ток и ток смещения.

Для того чтобы возник и существовал электрический ток (ток проводимости), необходимо выполнение двух условий:

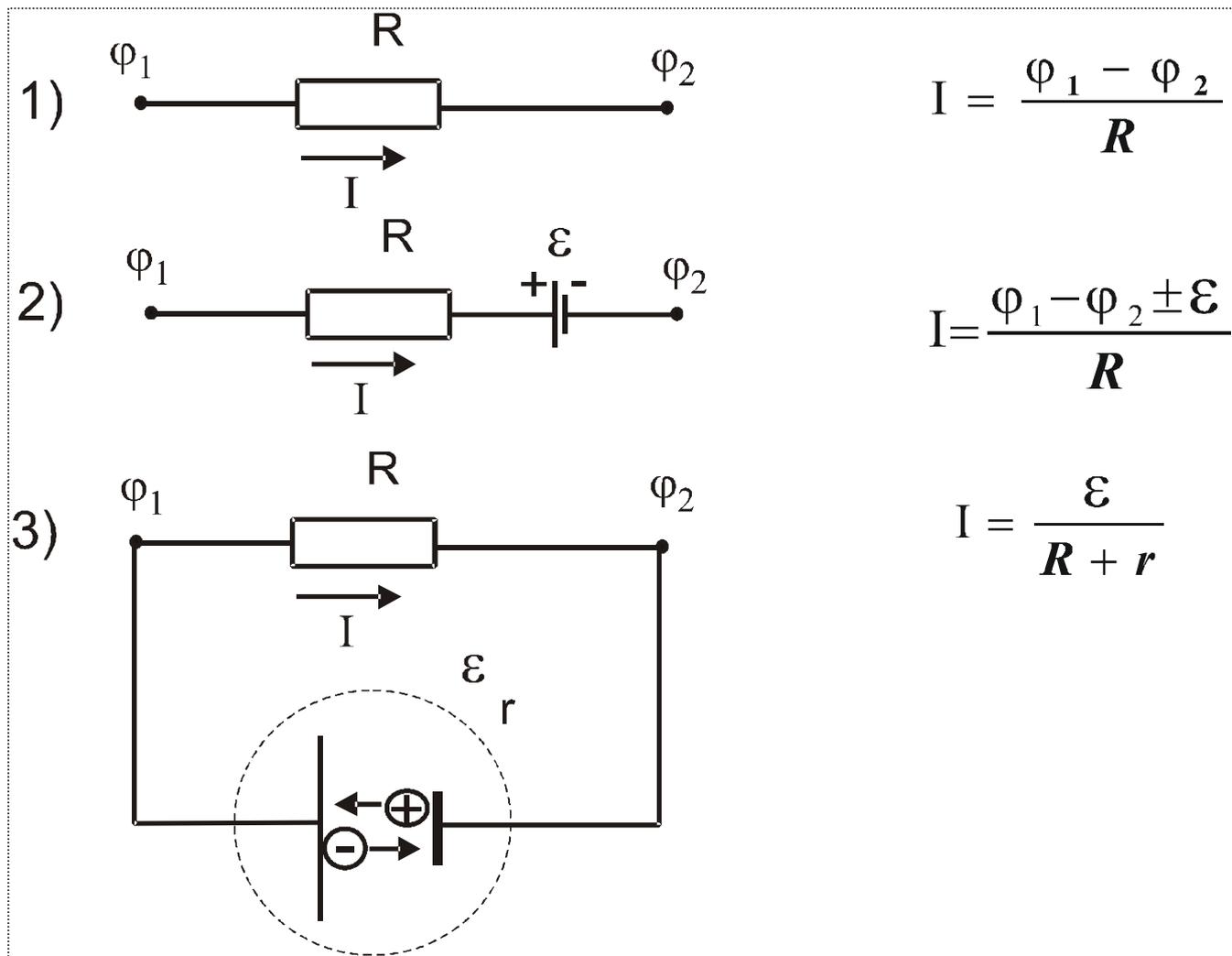
1. Наличие свободных носителей заряда.
2. Наличие разности потенциалов.

К условию 1. В различных материалах свободные носители тока различны. Поэтому различают проводники 1-го и 2-го рода. К проводникам 1-го рода относятся металлы (и, условно, полупроводники); к проводникам 2-го рода — жидкости и газы. Носителями электрического тока в проводниках 1-го рода являются электроны, в проводниках 2-го рода — ионы (положительные и отрицательные) и электроны.

Однако, в силу того, что механизмы и явления, возникающие в различных проводниках, различны, рассматриваются: ток в металлах, ток в жидкостях, ток в газах, ток в вакууме, ток в полупроводниках.

Электрический ток в металлах описывается законами Ома и законом Джоуля-Ленца. Электрический ток в металлах обусловлен движением электронов. При приложении к концам проводника разности потенциалов свободные электроны приходят в движение, и возникает электрический ток. Но при своем движении электроны взаимодействуют с ионами кристаллической решетки, в результате чего теряют энергию своего направленного движения. Это воспринимается на макроскопическом уровне как **сопротивление проводника** прохождению электрического тока.

Сопротивление проводника — способность проводника переводить энергию направленного движения зарядов в энергию хаотического теплового движения, т.е. во внутреннюю энергию.



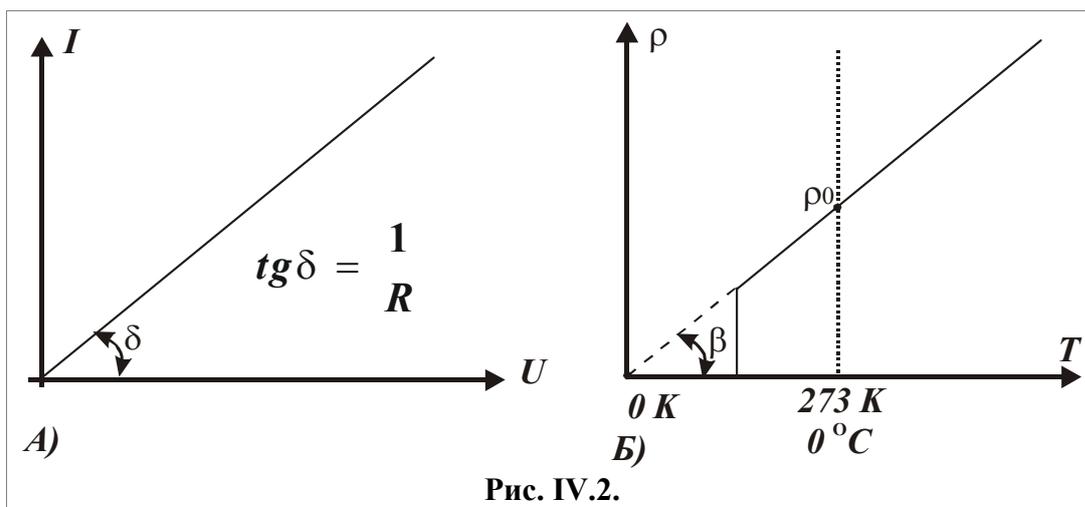
Сопротивление проводника — скалярная величина, которая количественно описывает процесс превращения проводником энергии направленного движения зарядов в энергию хаотического теплового движения. Для металлов оно зависит от геометрической формы, размеров проводника и материала, из которого он изготовлен. Материал характеризуется **удельным сопротивлением**, величина которого зависит от внутреннего строения материала (от строения его кристаллической решетки).

Сопротивление металлического проводника зависит от его геометрических размеров и материала, из которого он изготовлен. Поэтому ВАХ (вольт-амперная характеристика) металлического проводника представляет собой прямую линию, проходящую через начало координат с

угловым коэффициентом, равным $\frac{1}{R}$ (рис. IV.2 А).

При увеличении температуры удельное сопротивление металлических проводников возрастает, потому что увеличивается интенсивность хаотического теплового движения и возрастает «частота столкновений» электронов с ионами решетки. Чем чаще «столкновения», тем больше энергии теряют электроны, тем выше сопротивление. Под словом

«столкновения» будем понимать взаимодействие электронов с ионами кристаллической решетки.



На самом деле электроны при своем движении взаимодействуют не только с ионами решетки, но и с дефектами кристаллов, и с границами раздела между кристаллами. Это было доказано многочисленными экспериментами с образцами различных металлов, сплавов металлов и образцов из одного материала, но с различной величиной кристаллов.

При высоких температурах, т.е. температурах ~ 300 К, зависимость удельного сопротивления *чистых металлов* от температуры линейная $\rho = \rho_0(1 + \alpha \cdot t)$, где ρ_0 - удельное сопротивление при 0 °С, α - температурный коэффициент сопротивления, который показывает, на какую часть от первоначального значения изменится удельное сопротивление при нагревании на 1 градус (рис. IV.2 Б).

При низких температурах (близких к абсолютному нулю) возникает явление сверхпроводимости. Это связано с тем, что при низких температурах энергия хаотического теплового движения мала и на первое место выходят квантовые эффекты, связанные с взаимодействием электронов друг с другом (электроны обмениваются звуковыми квантами (фононами) и образуют пары).

Для поддержания разности потенциалов на концах проводника необходимо устройство по «разделению зарядов» — источник. В источнике совершается работа против сил электростатического поля и совершается силами неэлектростатического происхождения, название которым *сторонние силы*. Для характеристики источника используют величину, называемую *электродвижущая сила (ЭДС)*. Но в источнике существуют процессы, препятствующие движению зарядов, для их количественной характеристики используется величина — *внутреннее сопротивление источника*.

Энергия электрического тока при протекании по однородному участку цепи постоянного тока (участку на котором действуют только силы электростатического поля) расходуется на нагрев проводника. Этот процесс описывается законом Джоуля-Ленца.

