По степени проводимости различают три вида веществ:

- проводники, которые имеют большое количество свободных заряженных частиц и, следовательно, хорошо проводят ток, например, металлы, водные растворы, расплавы электролитов, ионизированный газ (плазма);

- диэлектрики, которые имеют сравнительно небольшое количество свободных заряженных частиц и, следовательно, плохо проводят ток, например, воздух, стекло, резина;

- полупроводники, которые занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками.

Долгое время полупроводники не играли заметной практической роли. В электротехнике и радиотехнике применяли исключительно различные проводники и диэлектрики. Положение существенно изменилось, когда была обнаружена легко осуществимая возможность управления электрической проводимостью полупроводников.

Нет универсального носителя тока – в различных средах различные носители тока. Далее приведены различные среды и носители тока в них в формате «среда – носитель тока»:

Металл – свободные электроны

Электролит – положительные и отрицательные ионы

Газ – ионы и электроны

Вакуум – электроны

Полупроводник – свободные электроны и дырки

**Качественное объяснение закона Ома на основе электронной теории проводимости металлов**

Свободные электроны в металле движутся хаотично. При подключении проводника к источнику тока в нём создаётся электрическое поле, и на электроны начинает действовать кулоновская сила. Под действием этой силы электроны начинают двигаться направленно, т. е. на хаотичное движение электронов накладывается направленное движение с ускорением. Скорость направленного движения увеличивается в течение некоторого времени до тех пор, пока не произойдёт столкновение электронов с ионами кристаллической решётки. При этом электроны теряют направление движения, а затем опять начинают двигаться направленно. Таким образом, скорость направленного движения электрона изменяется от нуля до некоторого максимального значения, равного *me*​*qe*​*Et*0​​. В результате средняя скорость упорядоченного движения электронов оказывается равной *me*​*qe*​*E*​2*t*0​​, т. е. пропорциональной напряжённости электрического поля в проводнике:  *υ*∼Е и, следовательно, разности потенциалов на концах проводника, так как *E*=*lU*​, где l — длина проводника.

Сила тока в проводнике пропорциональна скорости упорядоченного движения частиц. Поэтому можем сказать, что сила тока пропорциональна разности потенциалов на концах проводника:  *I*∼*U*.

Построить удовлетворительную количественную теорию движения электронов в металле на основе законов классической механики невозможно. Дело в том, что условия движения электронов в металле таковы, что классическая механика Ньютона неприменима для описания этого движения. Этот факт подтверждает, например, зависимость сопротивления от температуры. Согласно классической теории металлов, в которой движение электронов рассматривается на основе второго закона Ньютона, сопротивление проводника пропорционально, эксперимент же показывает линейную зависимость сопротивления от температуры.