Мы знаем, что причиной электрического сопротивления проводника является взаимодействие электронов с ионами кристаллической решётки металла (§ 43). Поэтому можно предположить, что сопротивление проводника зависит от его длины и площади поперечного сечения, а также от вещества, из которого он изготовлен.

На рисунке 74 изображена установка для проведения такого опыта. В цепь источника тока по очереди включают различные проводники, например: никелиновые проволоки одинаковой толщины, но разной длины; никелиновые проволоки одинаковой длины, но разной толщины (разной площади поперечного сечения); никелиновую и нихромовую проволоки одинаковой длины и толщины.

Силу тока в цепи измеряют амперметром, напряжение - вольтметром.

Зная напряжение на концах проводника и силу тока в нём, по закону Ома можно определить сопротивление каждого из проводников.

Выполнив указанные опыты, мы установим, что: из двух никелиновых проволок одинаковой толщины более длинная проволока имеет большее сопротивление; из двух никелиновых проволок одинаковой длины большее сопротивление имеет проволока, поперечное сечение которой меньше; никелиновая и нихромовая проволоки одинаковых размеров имеют разное сопротивление.

Зависимость сопротивления проводника от его размеров и вещества, из которого изготовлен проводник, впервые на опытах изучил Ом. Он установил, Что сопротивление прямо пропорционально длине проводника, обратно пропорционально площади его поперечного сечения и зависит от вещества проводника.

Как учесть зависимость сопротивления от вещества, из которого изготовляют проводник?

Для этого вычисляют так называемое удельное сопротивление вещества.

Удельное сопротивление - это физическая величина, которая определяет сопротивление проводника из данного вещества длиной 1 м, площадью поперечного сечения.

Введём буквенные обозначения: удельное сопротивление проводника, длина проводника, площадь его поперечного сечения. Тогда сопротивление проводника выразится формулой.

Из последней формулы можно определить единицу удельного сопротивления. Так как единицей сопротивления является 1 Ом, единицей площади поперечного сечения - 1 м2, а единицей длины - 1 м, то единицей удельного сопротивления будет.

Удобнее выражать площадь поперечного сечения проводника в квадратных миллиметрах, так как она чаще всего бывает небольшой. Тогда единицей удельного сопротивления будет.

В таблице 8 приведены значения удельных сопротивлений некоторых веществ при 20 °С. Удельное сопротивление с изменением температуры меняется. Опытным путём было установлено, что у металлов, например, удельное сопротивление с повышением температуры увеличивается.

Из всех металлов наименьшим удельным сопротивлением обладают серебро и медь. Следовательно, серебро и медь - лучшие проводники электричества.

При проводке электрических цепей используют алюминиевые, медные и железные провода.

Во многих случаях бывают нужны приборы, имеющие большое сопротивление. Их изготавливают из специально созданных сплавов - веществ с большим удельным сопротивлением. Например, как видно из таблицы 8, сплав нихром имеет удельное сопротивление почти в 40 раз большее, чем алюминий.

Фарфор и эбонит имеют такое большое удельное сопротивление, что почти совсем не проводят электрический ток, их используют в качестве изоляторов.