При движении заряженных частиц в проводнике происходит перенос электрического заряда из одной точки в другую. Однако если заряженные частицы совершают беспорядочное тепловое движение, как, например, свободные электроны в металле, то переноса заряда не происходит (рис. 15.1, а). Поперечное сечение проводника в среднем пересекает одинаковое число электронов в двух противоположных направлениях. Электрический заряд переносится через поперечное сечение проводника лишь в том случае, если наряду с беспорядочным движением электроны участвуют в направленном движении (рис. 15.1, 6). В этом случае говорят, что по проводнику идёт электрический ток.

Электрическим током называют упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц.

Электрический ток имеет определённое направление.

За направление тока принимают направление движения положительно заряженных частиц.

Если перемещать нейтральное в целом тело, то, несмотря на упорядоченное движение огромного числа электронов и атомных ядер, электрический ток не возникнет. Полный заряд, пере носимый через любое сечение, будет при этом равным нулю, так как заряды разных знаков перемещаются с одинаковой средней скоростью.

Направление тока совпадает с направлением вектора напряжённости электрического поля. Если ток образован движением отрицательно заряженных частиц, то направление тока считают противоположным направлению движения частиц.

Действие тока. Движение частиц в проводнике мы непосредственно не видим. О наличии электрического тока приходится судить по тем действиям или явлениям, которые его сопровождают.

Во-первых, проводник, по которому идёт ток, нагревается.

Во-вторых, электрический ток может изменять химический состав проводника: например, выделять его химические составные части (медь из раствора медного купороса и т. д.).

В-третьих, ток оказывает силовое воздействие на соседние токи и намагниченные тела. Это действие тока называется магнитным.

Так, магнитная стрелка вблизи проводника с током поворачивается. Магнитное действие тока в отличие от химического и теплового является основным, так как проявляется у всех без исключения проводников. Химическое действие тока наблюдается лишь у растворов и расплавов электролитов, а нагревание отсутствует у сверхпроводников. В лампочке накаливания вследствие прохождения электрического тока излучается видимый свет, а электродвигатель совершает механическую работу.

Сила тока. Если в цепи идёт электрический ток, то это означает, что через поперечное сечение проводника всё время переносится электрический заряд.

Заряд, перенесённый в единицу времени, служит основной количественной характеристикой тока, называемой силой тока.

Если через поперечное сечение проводника за время переносится заряд, то среднее значение силы тока равно.

Средняя сила тока равна отношению заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника за промежуток времени, к этому промежутку времени.

Если сила тока со временем не меняется, то ток называют постоянным.

Сила переменного тока в данный момент времени определяется также по формуле (15.1), но промежуток времени в таком случае должен быть очень мал.

Сила тока, подобно заряду, - величина скалярная. Она может быть как положительной, так и отрицательной. Знак силы тока зависит от того, какое из направлений обхода контура принять за положительное. Сила тока, если направление тока совпадает с условно выбранным положительным направлением вдоль проводника. В противном случае.

Связь силы тока со скоростью направленного движения частиц. Пусть цилиндрический проводник (рис. 15.2) имеет поперечное сечение площадью. За положительное направление тока в проводнике примем направление слева направо. Заряд каждой частицы будем считать равным. В объёме проводника, ограниченном поперечными сечениями 1 и 2 с расстоянием между ними, содержится частиц, где - концентрация частиц (носителей тока). Их общий заряд в выбранном объёме q = q0nSЛl. Если частицы движутся слева направо со средней скоростью v, то за время Лt = Лиl все частицы, заключённые в рассматриваемом объёме, пройдут через поперечное сечение 2. Поэтому сила тока равна.

В СИ единицей силы тока является ампер.

Эта единица установлена на основе магнитного взаимодействия токов.

Измеряют силу тока амперметрами. Принцип устройства этих приборов основан на магнитном действии тока.

Скорость упорядоченного движения электронов в проводнике. Найдём скорость упорядоченного перемещения электронов в металлическом проводнике. Согласно формуле (15.2) v = - I где модуль заряда электрона. Пусть, например, сила тока I = 1 А, а площадь поперечного сечения проводника S = 1-0 6 м2• Модуль заряда электрона е = 1 ,6 · 1-0 19 Кл. Число электронов в 1 м3 меди равно числу атомов в этом объёме, так как один из валентных электронов каждого атома меди является свободным. Это число есть п 8,5 · 1028 -м 8 (это число можно определить, если решить задачу 6 из § 54). Следовательно.

Как видите, скорость упорядоченного перемещения электронов очень мала. Она во много раз меньше скорости теплового движения электронов в металле.

Условия, необходимые для существования электрического тока.

Для возникновения и существования постоянного электрического тока в веществе необходимо наличие сво6одных заряженных частиц.

Однако этого ещё недостаточно для возникновения тока.

Для создания и поддержания упорядоченного движения заряженных частиц необходима сила, действующая на них в определённом направлении.

Если эта сила перестанет действовать, то упорядоченное движение заряженных частиц прекратится из-за столкновений с ионами кристаллической решётки металлов или нейтральными молекулами электролитов и электроны будут двигаться беспорядочно.

На заряженные частицы, как мы знаем, действует электрическое поле с силой.

Обычно именно электрическое поле внутри проводника служит причиной, вызывающей и поддерживающей упорядоченное движение заряженных частиц. Только в статическом случае, когда заряды покоятся, электрическое поле внутри проводника равно нулю.

Если внутри проводника имеется электрическое поле, то между концами проводника в соответствии с формулой (14.21) существует разность потенциалов. Как показал эксперимент, когда разность потенциалов не меняется во времени, в проводнике устанавливается постоянный электрический ток. Вдоль проводника потенциал уменьшается от максимального значения на одном конце проводника до минимального на другом, так как положительный заряд под действием сил поля перемещается в сторону убывания потенциала.