

Постоянный ток

Электрический ток - это упорядоченное (направленное) движение электрических зарядов.

В металлах - свободных электронов,
в электролитах - положительных и отрицательных ионов,
в газах - положительных и отрицательных ионов и электронов
в полупроводниках - электронов и дырок.

Ток, обусловленный движением свободных зарядов в проводящей среде, называется током проводимости.

За направление тока в проводнике условно принимается направление движения положительных зарядов.

Сила тока

Сила тока - количественная характеристика электрического тока.

Сила постоянного тока I равна отношению заряда q , прошедшего через поперечное сечение проводника, ко времени его прохождения t ,

$$I = q / t.$$

Постоянным называется ток, величина и направление которого с течением времени не меняются.

Сила тока - скалярная величина. Единица силы тока - ампер (А).

1 А - это сила тока, текущего по двум параллельным, бесконечно длинным проводникам, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м друг от друга и взаимодействующих с силой $2 \cdot 10^{-7}$ Н, действующей на каждый метр их длины.

Сила тока в проводнике прямо пропорциональна концентрации носителей зарядов в нем, скорости их упорядоченного движения и площади поперечного сечения проводника.

$$I = e n v S,$$

где $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл - заряд электрона,

$n = N / V$ - концентрация свободных электронов,

N - число электронов, прошедших через поперечное сечение проводника за время t ,

V - объем проводника,

$v = l / t$ - скорость упорядоченного движения свободных электронов по проводнику,

l - длина проводника,

S - площадь поперечного сечения проводника.

Плотность тока

Плотность тока j равна отношению силы тока I к площади поперечного сечения проводника S , через которую проходят заряды, создающие ток,

$$j = I / S$$

Плотность тока - векторная величина. Вектор плотности тока в проводнике сонаправлен с вектором скорости положительных зарядов.

Единица плотности тока в СИ - ампер на метр в квадрате (A / m^2).

Физический смысл A / m^2 : $1 A / m^2$ - плотность тока силой $1 A$, равномерно распределенного по площади $1 m^2$, перпендикулярной направлению упорядоченного движения зарядов, создающих ток.

Плотность тока в проводнике прямо пропорциональна концентрации носителей зарядов и скорости их упорядоченного движения:

$$j = e n v.$$

Условия возникновения постоянного тока в проводнике:

а) наличие разности потенциалов на концах проводника

б) поддержание разности потенциалов с течением времени неизменной.

Сопротивление проводника

Электрическим сопротивлением проводника называется мера способности проводника препятствовать упорядоченному движению по нему электрических зарядов, т.е. прохождению тока.

Сопротивление проводника R равно отношению напряжения U на проводнике к силе тока I в нем,

$$R = U / I.$$

Сопротивление проводника - скалярная положительная величина.

Единица измерения в СИ - (Ом).

Физический смысл ома: 1 Ом - это сопротивление проводника, по которому течет ток силой 1 А при напряжении на нем 1 В.

$$1 \text{ Ом} = 1 \text{ В} / \text{А}.$$

Сопротивление однородного металлического проводника цилиндрической формы прямо пропорциональна его длине l и обратно пропорционально площади поперечного сечения проводника S ,

$$R = \rho l / S,$$

где ρ - удельное сопротивление вещества проводника.

Зависимость удельного сопротивления металлов от температуры

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t^\circ),$$

где ρ_0 - удельное сопротивление при температуре 0°C , ρ - удельное сопротивление при температуре t° ,
 α - температурный (термический) коэффициент сопротивления.

Зависимость сопротивления металлов от температуры

$$R = R_0 (1 + \alpha t^\circ),$$

где R - сопротивление металлического проводника при температуре $t^\circ \text{C}$,
 R_0 - сопротивление металлического проводника при температуре 0°C .

Явление сверхпроводимости

При температурах, близких к абсолютному нулю электрическое сопротивление некоторых химически чистых металлов резко падает до нуля.

Если в сверхпроводящем проводнике создать ток, то он будет идти по нему сколь угодно долго, поскольку электрическая энергия не будет теряться, превращаясь в иные виды энергии.

Однородные и неоднородные участки цепи

Участок цепи, не содержащий источника тока, называется однородным. Напряжение U на таком участке равно разности потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$ на его концах.

Участок цепи, содержащий источник тока, называется неоднородным.

Закон Ома для однородного участка цепи

Сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на нем и обратно пропорциональна сопротивлению участка:

$$I = U / R.$$

Сторонние силы

Для создания и поддержания на концах проводника постоянной разности потенциалов необходимо наличие в цепи источника тока, энергия которого шла бы на разделение зарядов на его полюсах, т.е. постоянно накапливала отрицательные заряды на одном полюсе источника, а положительные - на другом.

В источнике тока на свободные заряды помимо сил Кулона действуют также и силы неэлектростатического происхождения (химического в гальванических элементах и аккумуляторах, механического и магнитного в генераторах тока и т.д.).

Сторонние силы - это силы неэлектростатического происхождения, способные поддерживать разность потенциалов на концах проводника.

Электродвижущая сила

Электродвижущая сила (ЭДС) - характеристика способности сторонних сил создавать большую или меньшую разность потенциалов на полюсах источника тока.

Электродвижущая сила ε равна отношению работы сторонних сил $A_{\text{ст}}$ к величине перемещаемого ими заряда q ,

$$\varepsilon = A_{\text{ст}} / q.$$

Физический смысл ЭДС: электродвижущая сила равна работе сторонних сил по перемещению единичного заряда.

Единица ЭДС в СИ - вольт (В).

ЭДС контура равна алгебраической сумме ЭДС каждого источника.

ЭДС источника равна разности потенциалов на его полюсах при разомкнутой внешней цепи.

Напряжение на неоднородном участке цепи

Напряжение на участке цепи, содержащем источник тока (неоднородном участке цепи), равно отношению работы перемещения заряда, совершаемой как силами Кулона, так и сторонними силами, к величине перемещенного заряда:

$$U = A / q.$$

Физический смысл напряжения: напряжение на участке цепи, содержащем источник тока, численно равно работе перемещения единичного заряда, совершаемой силами Кулона и сторонними силами

Напряжение на участке цепи, содержащем ЭДС, равно сумме разности потенциалов и ЭДС, действующей на этом участке:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon.$$

Напряжение на участке цепи, не содержащем ЭДС, равно разности потенциалов на концах этого участка:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2.$$

Закон Ома для неоднородного участка цепи

Сила тока в неоднородном участке цепи прямо пропорциональна сумме разности потенциалов на его концах и действующей в нем ЭДС и обратно пропорциональна сопротивлению участка:

$$I = (\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon) / (R + r),$$

где R - сопротивление внешнего участка цепи,
 r - внутреннее сопротивление.

Закон Ома для полной цепи

Сила тока в цепи прямо пропорциональна ЭДС источника тока и обратно пропорциональна сумме сопротивлений внешнего и внутреннего участков цепи:

$$I = \varepsilon / (R + r).$$

Работа и мощность тока

Работа тока на участке цепи равна произведению напряжения на этом участке, силы тока в нем и времени прохождения тока:

$$A = U I t.$$

Мощность тока на участке цепи равна произведению напряжения на этом участке и силы тока в нем:

$$P = U I.$$

Закон Джоуля-Ленца

Количество теплоты, выделившейся в проводнике при прохождении по нему электрического тока, прямо пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени прохождения тока:

$$Q = I^2 R t.$$

Спасибо за внимание !!!