

# 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  $\rho$  - удельное сопротивление вещества проводника.

# **Зависимость удельного сопротивления металлов от температуры**

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

где  $\rho_0$  - удельное сопротивление при температуре  $0^\circ \text{C}$ ,  $\rho$  - удельное сопротивление при температуре  $t^\circ$ ,  
 $\alpha$  - 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  $0^\circ \text{C}$ .



# 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  $\varepsilon$  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 !!!**