

Урок №19 (15.11.2006)

Электрический ток. Основные понятия. Закон Ома. Параллельное и последовательное соединение.

1. Исторический экскурс

Приблизительно до 1800 года все электричество сводится к получению заряда трением. Генератор Ван-дер-Графа.

В 1752 г. Франклин демонстрирует электрическую природу молнии.

В 1780-х годах спор между Гальвани и Вольта о лягушачьих лапках.

В 1800 году Вольта собирает батарею из кружочков серебра и цинка, проложенных смоченной в соляном растворе бумагой – «вольтов столб».

Характерная разность потенциалов, создаваемая батареей гальванических элементов – 1-2 В.

Обозначение источника постоянного тока на схемах.

2. Электрический ток

Определение: *силой электрического тока* I называют отношение заряда ΔQ , проходящего по проводнику ко времени Δt , за которое этот заряд проходит: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$.

Сила тока, соответствующая прохождению одного кулона за одну секунду, называется 1 ампер (1 А).

Направление тока противоположно направлению движения электронов.

3. Электрическое сопротивление. Закон Ома.

Немецкий физик Георг Симон Ом доказал, что сила тока в проводнике пропорциональна разности потенциалов на его концах: $I \sim V$.

Коэффициент пропорциональности называют *электрическим сопротивлением* и измеряют в Омах (1 Ом = 1 В / 1 А)

Закон Ома: $I = \frac{V}{R}$.

Закон Ома справедлив только для «простых» проводников.

4. Удельное сопротивление, проводимость, зависимость от температуры.

$R = \rho \frac{L}{S}$, ρ называют удельным сопротивлением. Проводимость $\sigma = \frac{1}{\rho}$.

Зависимость от температуры: $\rho(T) = \rho_0(1 + \alpha[T - T_0])$, где ρ_0 – удельное сопротивление при температуре T_0 . В проводниках сопротивление растет с ростом температуры; в полупроводниках – падает.

5. Плотность электрического тока

Почему и как на концах проводника может существовать разность потенциалов?

Почему заряды движутся в проводнике без ускорения?

Плотность электрического тока \vec{j} – это сила тока, приходящаяся на единицу площади поперечного сечения в данной точке пространства.

Задача. Зная, что заряд электрона равен $e^- = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, посчитать скорость дрейфа электронов в проводнике, если сила тока в нем равна 1 А.

За время t через площадку S проходит заряд $Q = -enSl$, где n – число электронов проводимости ($\sim 1,67 \cdot 10^{29}$ 1/м³), находящихся в единице объема вещества. Если

v_d – скорость дрейфа, то $Q = -enSv_d t$, а $I = \frac{Q}{t} = -nev_d S$. Тогда плотность тока

равна $j = \frac{I}{S} = -nev_d$.

Учитывая, что $R = \rho \frac{L}{S}$, $I = jS$ и $V = EL$, и подставляя все это в закон Ома, полу-

чим: $EL = (jS) \left(\rho \frac{L}{S} \right) = j\rho L$, откуда $j = \frac{1}{\rho} E = \sigma E$ – закон Ома в дифференциальной форме.

6. Соединение нескольких источников тока

Что такое идеальный источник тока? Идеальный источник напряжения?

Неидеальный источник тока и напряжения.

Последовательное соединение источников напряжения (тока). Параллельное соединение.

Задача:

Замкнутая цепь состоит из n последовательно соединенных одинаковых элементов с ЭДС \mathcal{E} и внутренними сопротивлениями r . Сопротивление соединительных проводов равно нулю. Что покажет идеальный вольтметр, подсоединенный к зажимам одного из элементов?

7. Параллельное и последовательное соединение сопротивлений

Участок цепи: сопротивление, сопротивление-источник-сопротивление, ... то же, но ток течет в «неправильную» сторону.

Падение напряжения на участке цепи.

Внутри источника потенциал возрастает от «минуса» к «плюсу»

Связь закона сохранения заряда с суммой токов, протекающих через узел.

8. Задача

К проволочному кольцу в двух точках присоединены подводящие ток провода. В каком отношении делят точки присоединения длину окружности кольца, если общее сопротивление получившейся цепи в n раз меньше сопротивления проволоки, из которой сделано кольцо?