

16.12.2022

Група 25

Фізика і астрономія

Урок № 35-36

Тема уроку: Електричний струм у металах. Залежність питомого опору від температури.

Мета уроку:

навчальна – поглибити знання учнів про електричний струм у металах, з'ясувати природу носіїв заряду в металах;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

### Матеріал до уроку

#### Електричний струм в металах

*Метал - кристал, у вузлах якого розташовані позитивні іони, а між ними хаотично рухаються вільні електрони.*

Розглянемо внутрішню будову металевих провідників.

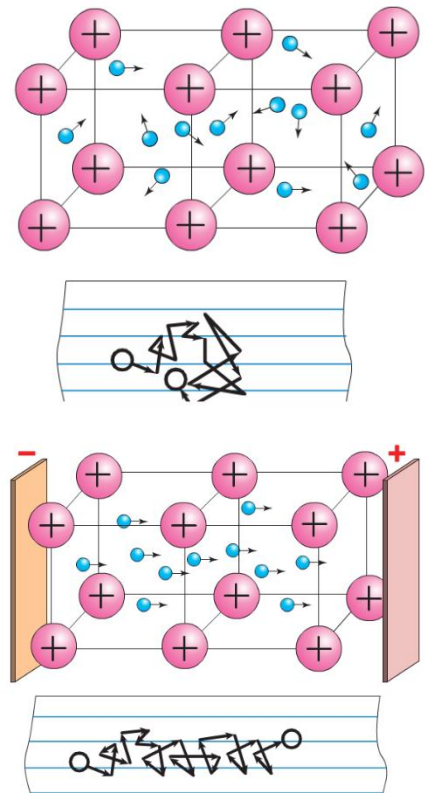
У будь-якому металі частина електронів покидає свої місця в атомі, у результаті чого атом перетворюється на позитивний йон. Позитивні йони та нейтральні атоми в металах розміщуються у строгому порядку, утворюючи так звані кристалічні ґратки.

За відсутності електричного поля вільні електрони всередині металевого провідника рухаються хаотично у вигляді електронного газу.

Негативний заряд усіх вільних електронів за абсолютним значенням дорівнює позитивному заряду всіх йонів кристалічних ґраток. Тому за звичайних умов металевий провідник електрично нейтральний.

За відсутності у провіднику електричного поля електрони рухаються хаотично, подібно до того, як рухаються молекули газів або рідин. У будь-який момент часу швидкості руху різних електронів відрізняються значенням і напрямком. За наявності у провіднику електричного поля електрони, зберігаючи свій хаотичний рух, починають зміщуватися в напрямку позитивного полюса джерела. Разом з безладним рухом електронів виникає і їх упорядкований рух.

Сила струму, що проходить через провідник:



$$I = q_0 nsv$$

$q_0$  - заряд електрона

$n$  - концентрація електронів

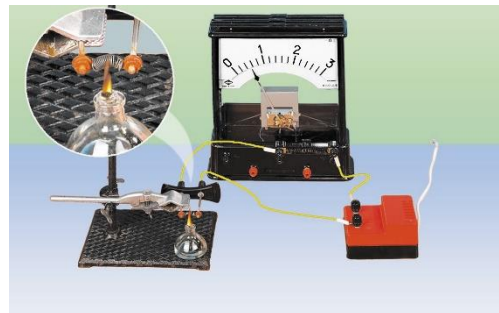
$S$  - площа поперечного перерізу

$v$  - швидкість електронів

## Залежність опору металів від температури

### Проведемо дослід

З'єднаємо сталеву спіраль із джерелом струму й підігріватимемо її в полум'ї спиртівки. Напругу будемо підтримувати незмінною. Дослід демонструє: у міру нагрівання спіралі сила струму в ній зменшується, а це означає, що опір спіралі зростає. Якщо провести подібні досліди зі спіралями, виготовленими з інших речовин, можна переконатися, що зі збільшенням температури опір цих спіралей також збільшується, але зміна опору кожного разу буде іншою.



**Опір металевого провідника збільшується в разі підвищення температури та зменшується в разі її зниження.**

Зміна опору залежить від матеріалу, з якого виготовлений провідник.

**Залежність опору від температури визначається за формулою**

$$R = R_0(1 + \alpha t).$$

Аналогічна формула залежності питомого опору від температури, ( $\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$ ). У цих формулах  $\alpha$  - **температурний коефіцієнт опору**. (Він показує відносну зміну електричного опору провідника або питомого опору речовини при зміні температури провідника на  $1^\circ\text{C}$ .)

**Задача 1.** Опір виготовленої з мідної дротини обмотки електромагніту  $R_1 = 200$  Ом при  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ . Визначити силу струму, що проходить по обмотці при температурі  $t_2 = 135^\circ\text{C}$ , якщо електромагніт підключено до джерела постійного струму, ЕРС якого  $200$  В, а внутрішній опір  $r = 10$  Ом. Температурний коефіцієнт опору міді  $\alpha = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ .

**Дано:**

$$R_1 = 200 \text{ Ом}$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 135^\circ\text{C}$$

$$\mathcal{E} = 200 \text{ В}$$

$$r = 10 \text{ Ом}$$

$$\alpha = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

$I = ?$

**Розв'язання**

Силу струму в обмотці визначаємо за законом Ома для повного кола,  $I = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + r}$ , де  $R_2 = R_0(1 + \alpha(t_2 - t_0)) = R_0(1 + \alpha t_2)$ .

Опір  $R_0$  при  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  визначимо через відомий опір  $R_1$  при  $t_1$ ,

$$R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1}.$$

$$\text{Тоді } R_2 = \frac{R_1(1 + \alpha t_2)}{1 + \alpha t_1}, \text{ а } I = \frac{\mathcal{E}(1 + \alpha t_1)}{R_1(1 + \alpha t_2) + r(1 + \alpha t_1)}.$$

Після підстановки числових значень знаходимо  $I = 0,74$  А.

**Відповідь:**  $0,74$  А.

**Задача 2.** У металевому провіднику завдовжки 10 см і з площею поперечного перерізу  $0,4 \text{ см}^2$  тече струм силою 80 А. Якою є середня швидкість напрямленого руху електронів у провіднику, якщо в кожному кубічному сантиметрі провідника міститься  $2,5 \cdot 10^{22}$  вільних електронів?

<p><i>Дано:</i>  <math>l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}</math>  <math>S = 0,4 \text{ см}^2 =</math>  <math>= 4 \times 10^{-5} \text{ м}^2</math>  <math>I = 80 \text{ А}</math>  <math>N = 2,5 \times 10^{22}</math>  <math>V = 1 \text{ см}^3 = 10^{-6} \text{ м}^3</math>  <math>e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ Кл}</math>  <math>v = ?</math></p>	<p><i>Розв'язання:</i>  Якщо концентрація вільних електронів у провіднику <math>n</math> (<math>n = \frac{N}{V}</math>), то за проміжок часу <math>t</math> через поперечний переріз провідника при швидкості <math>v</math> вільних електронів проходить електричний заряд <math>q = e \times n \times S \times v \times t</math>. Сила струму за означенням <math>I = \frac{q}{t}</math>,  тому <math>I = enSv = \frac{enSv}{V}</math>, тому <math>v = \frac{I \cdot V}{eNS}</math>;  <math display="block">v = \frac{80 \text{ А} \cdot 10^{-6} \text{ м}^3}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 2,5 \cdot 10^{22} \cdot 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2} =</math> <math display="block">= 5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.</math> <p><i>Відповідь:</i> <math>v = 0,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.</math></p> </p>
--	---

**Перевірте себе:**

1. Як рухаються електрони у провіднику в разі відсутності в ньому електричного поля та за його наявності?
2. Поясніть природу електричного струму в металах.
3. Чи залежить опір металів від температури? Якщо залежить, то як?

**Домашнє завдання:**

Написати конспект, опрацювати §9 с.56-58

**Зворотній зв'язок**

**E-mail** [vitasergiivna1992@gmail.com](mailto:vitasergiivna1992@gmail.com)

**!!!! у повідомленні з д/з не забуваємо вказувати прізвище, групу і дату уроку.**