

Урок № 54-55

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.

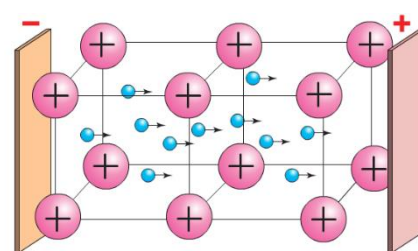
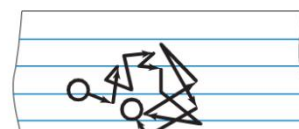
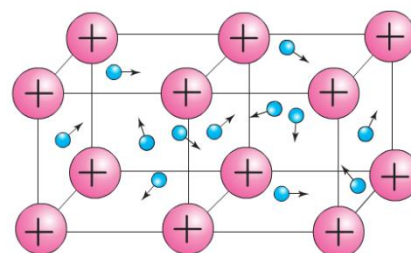
У будь-якому металі частина електронів покидає свої місця в атомі, у результаті чого атом перетворюється на позитивний йон. Позитивні йони та нейтральні атоми в металах розміщуються у строгому порядку, утворюючи так звані кристалічні ґратки.

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:



$$I = q_0 n s v$$

q_0 - заряд електрона

n - концентрація електронів

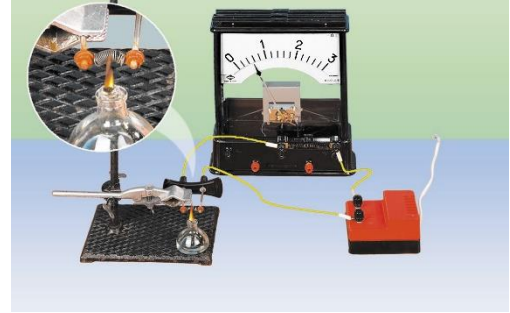
S - площа поперечного перерізу

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 α - **температурний коефіцієнт опору**. (Він показує відносну зміну електричного опору провідника або питомого опору речовини при зміні температури провідника на $1 \text{ }^\circ\text{C}$.)

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

Дано:
 $R_1 = 200 \text{ Ом}$
 $t_1 = 20^\circ \text{ С}$
 $t_2 = 135^\circ \text{ С}$
 $\mathcal{E} = 200 \text{ В}$
 $r = 10 \text{ Ом}$
 $\alpha = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$

 $I = ?$

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

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

Тоді $R_2 = \frac{R_1(1 + \alpha t_2)}{1 + \alpha t_1}$, 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 $I = 0,74 \text{ А}$.

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?

Дано:
 $l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$
 $S = 0,4 \text{ см}^2 =$
 $= 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$
 $I = 80 \text{ А}$
 $N = 2,5 \cdot 10^{22}$
 $V = 1 \text{ см}^3 = 10^{-6} \text{ м}^3$
 $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

 $v = ?$

Розв'язання:
 Якщо концентрація вільних електронів у провіднику n ($n = \frac{N}{V}$), то за проміжок часу t через поперечний переріз провідника при швидкості v

вільних електронів проходить електричний заряд $q = e \times n \times S \times v \times t$. Сила струму за означенням $I = \frac{q}{t}$,

тому $I = enSv = \frac{enSv}{V}$, тому $v = \frac{I \cdot V}{eNS}$;

$$v = \frac{80 \text{ А} \cdot 10^{-6} \text{ м}^3}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 2,5 \cdot 10^{22} \cdot 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2} = 5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

Відповідь: $v = 0,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$.

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, виконати задачі:

1. *На кожний атом міді припадає 1 електрон провідності. Яка середня швидкість електронів провідності, якщо через мідний дріт діаметром $2 \cdot 10^{-4}$ м протікає струм 10 А?*
2. *У скільки разів зміниться сила струму, яка проходить через платинову ніч при нагріванні від 20°C до 1200°C , якщо температурний коефіцієнт опору платини $\alpha = 3,65 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, а напруга на затискачах печі залишається незмінною.*

Зворотній зв'язок

- Viber 0662728430
- E-mail partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua

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