

Тема. Електрорушійна сила.

Мета: ознайомити студентів з поняттям електричного струму, електрорушійної сили та законом Ома. Формувати компетентності користуватися науково-популярною літературою та виявлення творчих здібностей при розв'язуванні вправ. Виховати точність і чіткість при відповідях і розв'язуванні завдань, спостерігати і «бачити» фізику навколо себе.

План лекції:

1. Сила струму, щільність струму
2. Закон Ома для однорідної ділянки кола
3. Електрорушійна сила (ЕРС)
4. Робота електричного струму. Закон Джоуля-Ленца

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна:

1. Кармазін В.В., Семенець В.В Курс загальної фізики. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ: Кондор, 2016. 786 с.

Допоміжна:

1. Андріяшик М. В., Вербицький Б. І., Король А.М. Курс фізики. Київ: Фламен-ко, 2008. 530 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

<http://fizmat.spk.com/34-zagalna-fizika/486-elektro-rushijna-sila>

Текст лекції

1. Сила струму, щільність струму

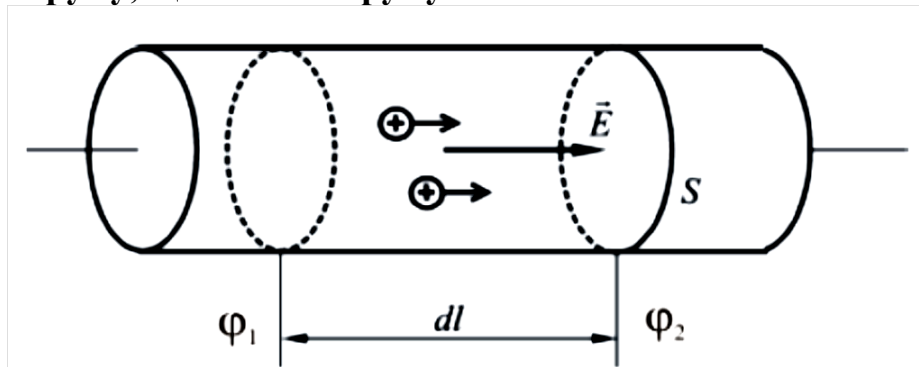


Рисунок 1 – До пояснення утворення електричного струму у провіднику

Електричним струмом називають будь-який впорядкований (спрямований) рух електричних зарядів.

Якщо спрямований рух відбувається під дією електричного поля, струм називають *струмом провідності*, якщо ж під дією механічного переміщення макроскопічного тіла, то струм називають *конвекційним*.

Сила струму – це скалярна величина, що визначається електричним зарядом dq , який проходить перерізом провідника в одиницю часу dt .

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

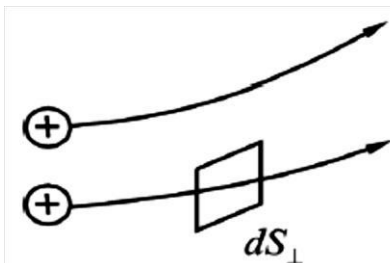


Рисунок 2 – До визначення щільності струму

За додатний напрям струму умовно приймають напрям руху позитивних зарядів. Одиниця сили струму – ампер (А).

Якщо сила струму та його спрямування не змінюються у часі, то такий струм називають *постійним*. Якщо ж змінюються – *змінним*.

Щільність струму – це векторна фізична величина, модуль якої дорівнює силі струму dI через одиничну площадку d , перпендикулярну напрямку руху зарядів у даній точці провідника, а напрям збігається з напрямом руху зарядів та напрямком напруженості поля у даній точці:

$$j = \frac{dI}{dS_{\perp}}$$

Одиниця виміру щільності струму: A/m^2 .

(2)

1. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола

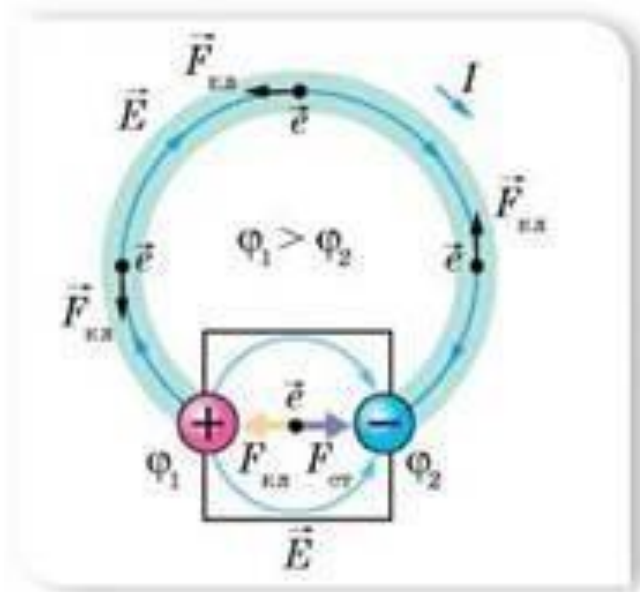
Електрорушійна сила – це скалярна фізична величина, яка характеризує енергетичні властивості джерела струму та дорівнює відношенню роботи сторонніх сил з переміщення позитивного заряду всередині джерела струму від негативного полюса до позитивного до значення цього заряду.

Якщо під'єднати до полюсів джерела провідник, то, завдяки наявності різниці потенціалів, вільні електрони провідності, не припиняючи хаотичного руху, під дією

кулонівських сил почнуть рухатися напрямлено — від кінця провідника з нижчим потенціалом до кінця з вищим, тобто від негативного полюса джерела струму до позитивного (рис). Але сили електричного поля не можуть перемістити електричні заряди між полюсами всередині джерела, оскільки діють на них у протилежний бік. Тому всередині джерела, крім електричних сил $F_{кл}$, діють ще й сторонні сили $F_{ст}$. Природа сторонніх сил може бути різною: у хімічних елементах — це дія хімічних реакцій, у фотоелементах — дія сонячного випромінювання, в електрогенераторах — зміна магнітного потоку.

На переміщення зарядів затрачається відповідна робота $A_{ст}$, яку виконують сторонні сили. Що більший заряд переміщується, то більша робота затрачається.

Тоді робота буде дорівнювати $A_{ст} = \varepsilon q$, де ε — постійний коефіцієнт пропорційності, що характеризує відповідне джерело й називається електрорушійною силою джерела¹ (скорочено ЕРС).



$$\varepsilon = \frac{A_{ст}}{q}$$

Одиниця ε (ЕРС) у системі СІ – вольт (В).

Сила струму I у повному електричному колі дорівнює відношенню ЕРС джерела струму до суми опорів зовнішньої частини кола R і внутрішньої його частини r :

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

Підключення до полюсів джерела струму провідника з мізерно малим опором називають **коротким замиканням**, а струм, який при цьому виникає, – **струмом короткого замикання**. Значення сили струму короткого замикання ($I_{к.з.}$) є максимальним для даного джерела струму:

$$I_{к.з.} = \frac{\varepsilon}{R}$$

2. Робота і потужність електричного струму

Формула для розрахунку *роботи електричного струму* на даній ділянці кола:

$$A = UIt$$

Одиниця роботи електричного струму в СИ – джоуль (Дж); $1 \text{ Дж} = 1 \text{ В} \cdot \text{А} \cdot \text{с}$.

В електротехніці використовують позасистемну одиницю роботи струму – кіловатгодину; $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$.

Потужність електричного струму P – фізична величина, яка характеризує швидкість виконання струмом роботи та дорівнює відношенню роботи A струму до часу t , за який цю роботу виконано:

$$P = \frac{A}{t},$$

або

$$P = UI,$$

де U – напруга на ділянці кола, на якій визначається потужність; I – сила струму в ділянці.

Одиниця потужності в СИ – Вт.

$$[P] = 1 \text{ Вт} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ А} \cdot \text{В}$$

Проходження струму в провіднику супроводжується виділенням теплоти, кількість якої прямо пропорційна квадрату сили струму, опору провідника та часу проходження струму (*закон Джоуля-Ленца*):

$$Q = I^2 R t$$

Вправи для розв'язування:

1. До джерела струму з ЕРС 6 В і внутрішнім опором 2 Ом підключено резистор опором 10 Ом. Визначте: а) силу струму в колі; б) напругу на полюсах джерела струму.
2. До полюсів джерела струму з ЕРС 4 В підключили лампу опором 8 Ом, у результаті чого в колі встановилася сила струму 0,4 А. Визначте внутрішній опір джерела.

Контрольні запитання

1. Що називають сторонніми силами?
2. Охарактеризуйте ЕРС як фізичну величину.
3. Сформулюйте закон Ома для повного кола.
4. Що називають коротким замиканням? Наведіть приклади.
5. За якою формулою обчислюють роботу струму? Якими є одиниці роботи струму?

6. Доведіть, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$.
7. Сформулюйте закон Джоуля — Ленца?