

Урок № 47-48

Тема уроку: Постійний електричний струм. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола.

Мета уроку:

- навчальна – поглибити знання учнів про електричний струм, нагадати про дії електричного струму, умови існування електричного струму, продовжити знайомство з основними частинами електричного кола; ввести поняття електрорушійної сили; розглянути природу сил, діючих в середині джерела струму; узагальнити закон Ома для ділянки кола, яка містить ЕРС;
- 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

Давайте визначимо умови існування струму в провіднику:

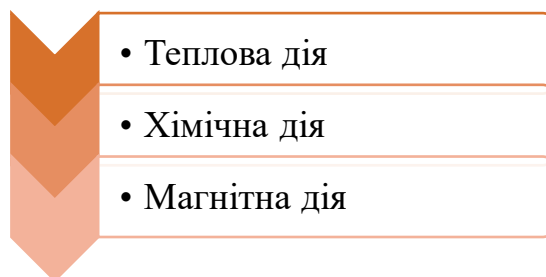
- 1) наявність вільних заряджених частинок;
- 2) існування в провіднику електричного поля, що характеризується різницею потенціалів на кінцях провідника;
- 3) замкнуте електричне коло.

Якщо різниця потенціалів не змінюється з часом, то в провіднику встановлюється постійний електричний струм.

Дії електричного струму

Безпосередній рух частинок у провіднику ми бачити не можемо. Про наявність електричного струму можна судити за тими діями, які його супроводжують.

Теплова дія, провідник, по якому тече струм, нагрівається. Теплова дія струму обумовлена тим, що в разі напрямленого руху заряджених частинок крізь речовину вони зіштовхуються з іонами, атомами й молекулами речовини, збільшуючи кінетичну енергію їх хаотичного «теплового» руху.



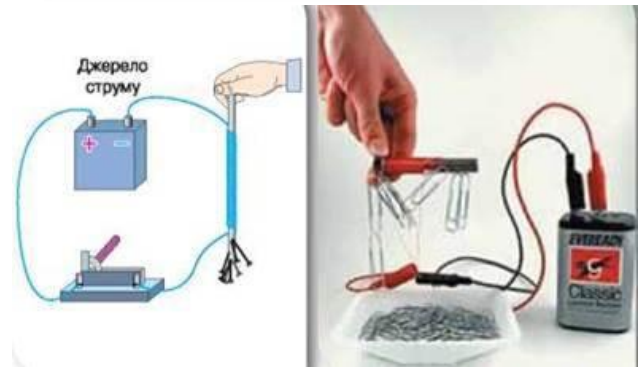
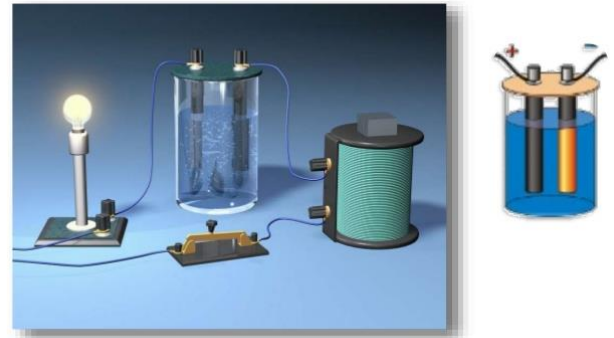


Хімічна дія. Електричний струм може змінювати хімічний склад провідника, наприклад виділяти його хімічні складові частини (мідь з розчину мідного купоросу і т. д.).

Магнітна дія струму обумовлена тим, що навколо рухомих зарядів існує магнітне

поле. Струм чинить силову дію на сусідні струми і намагнічені тіла. Так, магнітна стрілка поблизу провідника із струмом повертається.

Магнітна дія струму на відміну від хімічної і теплової дії є основною, оскільки вона проявляється в усіх без винятку провідниках. Наприклад, хімічна дія струму відсутня під час проходження струму через метали, а тепла відсутня в разі проходження струму через надпровідники.



Сила струму

Якщо в колі встановлюється електричний струм, то це означає, що через поперечний переріз провідника весь час переноситься електричний заряд. Якщо через поперечний переріз провідника за час Δt переноситься заряд Δq , то сила струму дорівнює:



Сила струму – величина, що характеризує швидкість перенесення заряду частинками, які створюють струм, через поперечний переріз провідника

$$I = \frac{q}{t}$$

У Міжнародній системі одиниць силу струму виражають в **амперах (А)** на честь французького фізика А.Ампера. Цю одиницю встановлюють на основі магнітної взаємодії струмів.

Сила струму залежить від заряду, що його переносить кожна частинка, від концентрації частинок, швидкості їх напрямленого руху і площі поперечного перерізу провідника

$$I = q_0 n v S$$

де q_0 - заряд частинки, n - кількість частинок в одиниці об'єму, v – середня швидкість напрямленого руху, S – площа поперечного перерізу провідника.

Для організму людини вважається безпечною сила струму, значення якої не перевищує 1 мА; сила струму 100 мА може призвести до серйозних уражень.

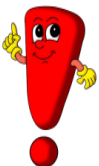
Прилад для вимірювання сили струму називають амперметром. Амперметр вмикають в електричне коло послідовно з провідником, у якому вимірюють силу струму. Зверніть увагу: не можна присднувати амперметр до кола, в якому відсутній споживач струму.



Електричне коло.

Джерела і споживачі електричного струму

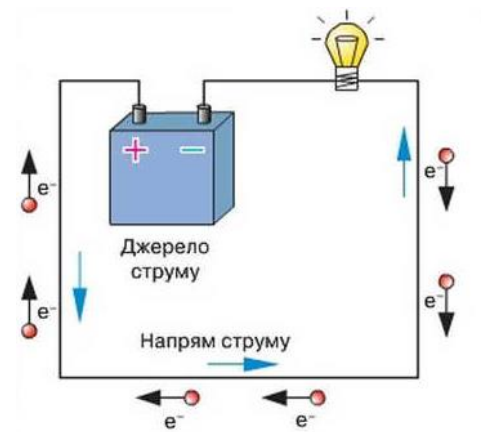
Найпростіше електричне коло являє собою з'єднані провідники між джерелом струму, споживачем електричної енергії й замикальним (розмикальним) пристроєм.



Електрична схема – креслення, на якому умовними позначеннями показано, з яких елементів складається електричне коло і яким чином ці елементи з'єднані між собою

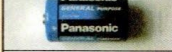
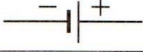

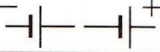





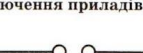


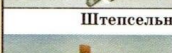
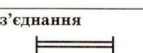

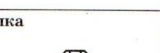
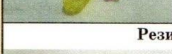




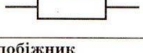
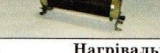
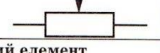

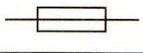

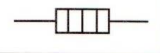


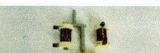
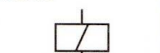





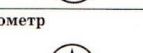


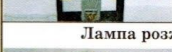



Зверніть увагу:

- напрямом струму в колі умовно вважають напрямом, у якому рухалися б по колу позитивно заряджені частинки, тобто напрямом від позитивного полюса джерела струму до негативного;



- в умовному позначенні джерела струму довга риска означає позитивний полюс джерела, а коротка - негативний.

Умовні позначення елементів електричних кіл

Зображення	Умовне позначення	Зображення	Умовне позначення
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			

Закон Ома для ділянки кола



Сила струму I прямо пропорційна прикладеній напрузі U і обернено пропорційна опорі R провідника

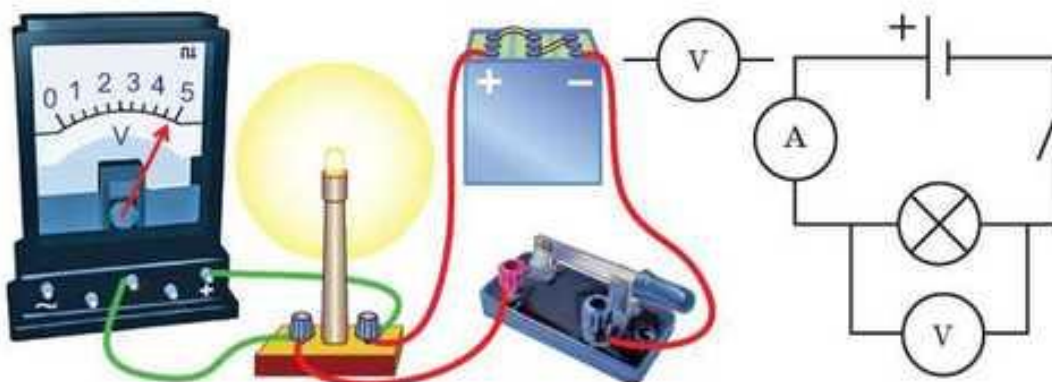
$$I = \frac{U}{R}$$

Якщо ділянка кола не містить джерела струму, електрична напруга U на її кінцях чисельно дорівнює роботі A електричного поля з переміщення одиничного позитивного заряду q по цій ділянці:

$$U = \frac{A}{q}$$

де A - робота, яку виконує (або може виконати) електричне поле при переміщенні заряду q по даній ділянці кола. Одиниця напруги в СІ - вольт (В).

Прилад для вимірювання напруги називають вольтметром. Вольтметр приєднують до електричного кола паралельно ділянці кола, на якій необхідно виміряти напругу.



Електричний опір - це фізична величина, яка характеризує властивість провідника протидіяти електричному струму

Одиниця опору в СІ - Ом.

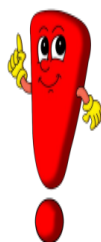
1 Ом - це опір такого провідника, в якому тече струм силою 1 А за напруги на кінцях провідника 1 В.

Опір R провідника прямо пропорційний його довжині l , обернено пропорційний площі S його поперечного перерізу й залежить від речовини, з якої виготовлений провідник:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

де ρ — величина, що залежить від роду речовини та її стану, насамперед від температури. Величину ρ називають *питомим опором провідника*.

Опір залежить від матеріалу провідника і його геометричних розмірів.

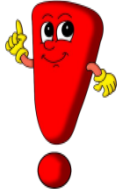


Питомий опір речовини - це фізична величина, яка характеризує електричні властивості речовини та чисельно дорівнює опору виготовленого з неї провідника довжиною 1 м і площею поперечного перерізу 1 м².

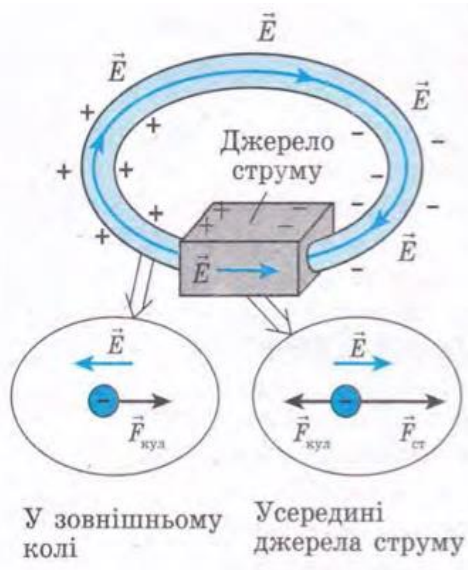
Одиниця питомого опору в СІ – **ом·метр (Ом·м)**.

Зверніть увагу: значення питомого опору речовини зумовлене хімічною природою речовини та істотно залежить від температури.

Різниця потенціалів між клемми джерела струму створюється за рахунок примусового «перетягування» зарядів усередині джерела; при цьому долаються сили, що діють з боку електричного поля, яке, власне, виникає та підсилюється в результаті такого «перетягування». Причини руху зарядів у джерелі за своєю природою *відмінні від природи кулонівських сил*.



Сторонні сили – сукупність причин, які викликають примусове переміщення зарядів усередині джерела струму



Природа сторонніх сил може бути дуже різною:



вони можуть виникати в результаті хімічних реакцій (у гальванічних елементах і акумуляторах)



зміна магнітного поля (в електромагнітних генераторах)



завдяки дії світла (у фотоелементах)

Приєднання провідника до джерела струму створює провідний замкнений контур, який називають *замкнене електричне коло*. Якщо на полюсах джерела струму існує постійна різниця потенціалів, то й на кінцях провідника (споживача струму), який разом із джерелом складає замкнене коло, створюється постійна різниця потенціалів. У результаті починається «коловорот» зарядів у колі, тобто в ньому йде постійний струм

Електрорушійна сила \mathcal{E} - це скалярна фізична величина, яка характеризує енергетичні властивості джерела струму та дорівнює відношенню роботи сторонніх сил ($A_{ст}$) з переміщення позитивного заряду всередині джерела струму від негативного полюса до позитивного до значення q цього заряду



Що називають електро- рушійною силою

Ми дійшли висновку, що для підтримки в замкненому колі постійного струму в коло необхідно включити джерело струму. Основна характеристика джерела струму - *електрорушійна сила (ЕРС)*.

$$\mathcal{E} = \frac{A_{ст}}{q} (I)$$

Одиниця ЕРС у СІ - **вольт (В)**.

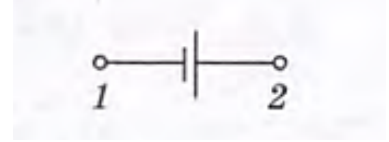
ЕРС джерела струму дорівнює 1 В, якщо сторонні сили, які діють у джерелі, виконують роботу 1 Дж, переміщуючи одиничний позитивний заряд від негативного полюса до позитивного.

Що називають напругою на ділянці кола

Напруга (падіння напруги) на ділянці 1 – 2 кола – це скалярна фізична величина, яка чисельно дорівнює повній роботі $A_{1 \rightarrow 2}$ кулонівських і сторонніх сил з переміщення одиничного позитивного заряду в ділянці кола з точки 1 в точку 2:

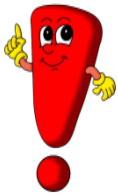
$$U_{1 \rightarrow 2} = \frac{A_{1 \rightarrow 2}}{q} \text{ Отже: } U_{1 \rightarrow 2} = (\varphi_1 - \varphi_2) + \mathcal{E} \quad (2).$$

Зверніть увагу: у загальному випадку напруга на даній ділянці кола дорівнює алгебраїчній сумі різниці потенціалів і ЕРС на цій ділянці. Якщо ж на ділянці діють тільки кулонівські сили, а сторонні сили відсутні (саме з такими ділянками ви до цього параграфа мали справу), то напруга на ділянці дорівнює різниці потенціалів: $U_{1 \rightarrow 2} = \varphi_1 - \varphi_2$, за $\mathcal{E} = 0$.



. Схема неоднорідної ділянки 1-2 електричного кола, яка містить джерело струму

Закон Ома для повного кола



Закон Ома для повного кола: сила струму I у повному електричному колі дорівнює відношенню ЕРС джерела струму \mathcal{E} до суми опорів зовнішньої частини кола (R) і внутрішньої його частини (r):

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

Уже зазначалося, що для вирішення різних електротехнічних завдань джерела струму з'єднують у батареї.

У разі послідовного з'єднання n однакових джерел струму (рис. 6), кожне з яких має ЕРС \mathcal{E}' і внутрішній опір r' , закон Ома для повного кола має вигляд:

$$I = \frac{n\mathcal{E}'}{R + nr'}$$

Послідовне з'єднання джерел струму застосовують у тому випадку, коли $R \gg nr'$ і батарея може забезпечити силу струму у n разів R більшу, ніж сила струму від одного джерела.

У разі паралельного з'єднання n однакових джерел струму (рис. 7), кожне з яких має ЕРС \mathcal{E}' і внутрішній опір r' , закон Ома для повного кола має вигляд:

$$I = \frac{\mathcal{E}'}{R + \frac{r'}{n}}$$

Паралельне з'єднання джерел струму застосовують, наприклад, у тому випадку, коли для нормальної роботи споживача необхідна сила струму, значення якої перевищує максимальну силу струму одного джерела. Паралельне з'єднання є доцільним, коли $R < r'$.

Що називають коротким замиканням

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:

$$I_{к.з.} = \frac{\mathcal{E}}{r}$$

де \mathcal{E} - ЕРС джерела струму; r - внутрішній опір джерела струму.

Закріплення нових знань і вмінь

Задача 1. Провідник із константану довжиною 120 м і площею поперечного перерізу $0,5 \text{ мм}^2$ підключено в коло з напругою 220 В. Визначити силу струму в провідникові.

Дано:	СІ	Аналіз фізичної проблеми
$l = 120 \text{ м}$ $S = 0,5 \text{ мм}^2$ $U = 220 \text{ В}$ $\rho = 0,5 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$		Силу струму знайдемо із закону Ома $I = \frac{U}{R}$. Невідомий опір провідника $R = \rho \frac{l}{S}$.
$I - ?$		<i>Пошук математичної моделі</i> Визначимо опір провідника: $R = 0,5 \frac{120}{0,5} = 120 \text{ (м)}$ Сила струму у провіднику: $I = \frac{220}{120} = 1,8 \text{ (А)}$ <i>Перевірка розмірності</i>

$$[I] = \frac{\text{В}}{\text{Ом}} = \text{А}$$

Відповідь: 1,8 А.

Задача 2. Батарея гальванічних елементів з ЕРС 15 В і внутрішнім опором 5 Ом замкнута провідником, який має опір 10 Ом. Знайти силу струму провідника.

Дано:	СІ	Аналіз фізичної проблеми
$E = 15 \text{ В}$ $R = 10 \text{ Ом}$ $r = 5 \text{ Ом}$		Скористаємося законом Ома для повного кола:
$I - ?$		$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ <i>Пошук математичної моделі</i> $I = \frac{15}{10 + 5} = 1 \text{ (А)}$ <i>Перевірка розмірності</i>

$$[I] = \frac{B}{\text{Ом} + \text{Ом}} = A$$

Відповідь: 1 А

Перевірте себе

1) Встановіть відповідність між фізичними величинами і відповідними формулами:

1. Сила струму короткого змикання	А. $U = IR$
2. Закон Ома повного кола	Б. $U = Ir$
3. Спад напруги на зовнішній частині кола	В. $I_{\text{к.з.}} = \frac{\varepsilon}{r}$
4. Спад напруги на внутрішній ділянці кола	Г. $I = \frac{U}{R}$
	Д. $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$

2. Які сили примушують рухатися електричні заряди у джерелі струму?
- а) кулонівські;
 - б) сторонні;
 - в) кулонівські і сторонні;
 - г) магнітні.
3. Вкажіть умову, що потрібна для підтримки постійного струму в колі.
- а) наявність електричних зарядів;
 - б) джерело струму;
 - в) включене джерело струму;
 - г) електричне поле.

Домашнє завдання

Написати конспект, опрацювати §6 с.40-41, §7,8, виконати впр.1 с.55, впр.7 с.79 підручника №2.

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.