Урок 01 Електричний струм

Мета уроку:

Навчальна: Поглибити і закріпити знання учнів про умови виникнення електричного струму, сили струму, напругу, опір провідника, закон Ома для ділянки кола.

Розвивальна. Сприяти збагаченню словникового запасу; формуванню пізнавальної самостійності; розвитку спостережливості, уваги, пам'яті, уяви, мислення; виробленню звички до планування своїх дій.

Виховна. Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок засвоєння нових знань.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник, амперметр, вольтметр, джерело струму, резистор, з'єднувальні проводи, лампочки.

Хід уроку

І. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

ІІ. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Що таке електричний струм?

За яких умов він виникає?

Які фізичні величини його характеризують?

ІІІ. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Електричний струм

Електричний струм – це напрямлений (упорядкований) рух частинок, які мають електричний заряд.

Умови існування електричного струму:

1) *наявність вільних заряджених частинок* – носіїв струму;

2) *наявність електричного поля*, дія якого створює та підтримує напрямлений рух вільних заряджених частинок.

Проблемні питання

• Що «відповідає» за створення електричного поля?

Джерела струму – пристрої, які перетворюють різні види енергії на електричну енергію.

У джерелах електричного струму виконується *робота з розділення різнойменних електричних зарядів*, у результаті чого на одному полюсі джерела накопичується позитивний заряд, а на другому – негативний; у такий спосіб створюється електричне поле (акумулятори, гальванічні елементи, електромеханічні генератори, сонячні батареї).

Дії електричного струму:

Теплова (нагрівання провідника).

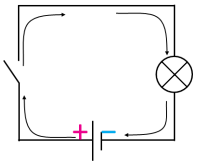
Хімічна (хімічне розкладання речовини).

Магнітна (набуття магнітних властивостей).

Світлова (електрична енергія частково перетворюється на енергію світла).

2. Електричне коло

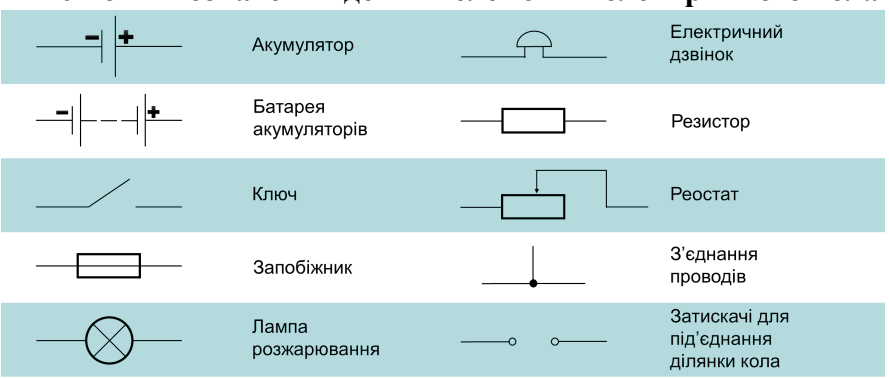
Найпростіше електричне коло являє собою *з'єднані провідниками в певному порядку джерело струму, споживач електричної енергії, замикальний (розмикальний) пристрій.*



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

За напрямок струму в колі прийнято напрямок, у якому рухалися б по колу позитивно заряджені частинки, тобто напрямок від позитивного полюса джерела струму до негативного.

Умовні позначення деяких елементів електричного кола



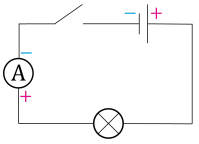
3. Сила струму

Сила струму в провіднику – це фізична величина, яка характеризує електричний струм і чисельно дорівнює заряду, що проходить через поперечний переріз провідника за одиницю часу.

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

Одиниця сили струму в СІ – **ампер:** $[I] = 1$ А

1 А *дорівнює силі струму, який, проходячи в двох паралельних провідниках нескінченної довжини та нехтовно малої площі перерізу, розташованих у вакуумі на відстані* 1 м *один від одного, викликав би на кожній ділянці провідників завдовжки* 1 м *силу взаємодії* $2 \square 10^{-7}$ Н.



Прилад для вимірювання сили струму – **амперметр.** Амперметр вмикають в коло *послідовно зі споживачем*, в якому вимірюють силу струму.

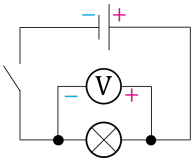
4. Електрична напруга

Електрична напруга на ділянці кола – фізична величина, яка характеризує електричне поле на ділянці кола і чисельно дорівнює роботі електричного поля з переміщення по цій ділянці одиничного позитивного заряду.

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

Одиниця напруги в СІ – **вольт**: $[U] = 1$ В

1 В – *це така напруга на ділянці кола, за якої електричне поле виконує роботу* 1 Дж, *переміщуючи по цій ділянці заряд* 1 Кл.



$$1\ \text{В} = 1\ \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}}$$

Прилад для вимірювання напруги – **вольтметр**. Вольтметр приєднують до електричного кола *паралельно ділянці*, на якій вимірюють напругу.

5. Електричний опір.

Електричний опір – фізична величина, яка характеризує властивість провідника протидіяти електричному струму.

Одиниця опору в СІ – **ом**: $[R] =$ Ом

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

$$1\ \text{Ом} = 1\ \frac{\text{В}}{\text{А}}$$

Опір циліндричного провідника:

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

ρ – питомий опір речовини, з якої виготовлений провідник; l – довжина провідника; S – площа поперечного перерізу провідника.

Питомий опір речовини – фізична величина, яка характеризує електричні властивості речовини та чисельно дорівнює опору виготовленого з неї провідника довжиною 1 м і з площею поперечного перерізу 1 м^2.

Одиниця питомого опору в СІ – **ом-метр**: $[\rho] =$ Ом·м

Питомий опір істотно *залежить від температури*.

Питомий опір деяких речовин при температурі 20 °С

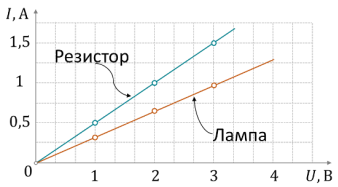
Речовина	$\rho, \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$	ρ, Ом · м	Речовина	$\rho, \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$	ρ, Ом · м
Срібло	0,016	$1,6 \cdot 10^{-8}$	Манганін (сплав)	0,43	$4,3 \cdot 10^{-7}$
Мідь	0,017	$1,7 \cdot 10^{-8}$	Константан (сплав)	0,50	$5,0 \cdot 10^{-7}$
Золото	0,024	$2,4 \cdot 10^{-8}$	Ртуть	0,96	$9,6 \cdot 10^{-7}$
Алюміній	0,028	$2,8 \cdot 10^{-8}$	Ніхром (сплав)	1,1	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Вольфрам	0,055	$5,5 \cdot 10^{-8}$	Фехраль (сплав)	1,3	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Залізо	0,10	$1,0 \cdot 10^{-7}$	Графіт	13	$1,3 \cdot 10^{-5}$
Свинець	0,21	$2,1 \cdot 10^{-7}$	Фарфор	$1,0 \cdot 10^{19}$	$1,0 \cdot 10^{13}$
Нікелін (сплав)	0,42	$4,2 \cdot 10^{-7}$	Ебоніт	$1,0 \cdot 10^{20}$	$1,0 \cdot 10^{14}$

6. Закон Ома для ділянки кола

Закон Ома для ділянки кола:

Сила струму в ділянці кола прямо пропорційна напрузі на кінцях ділянки та обернено пропорційна опору цієї ділянки.

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



IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Визначте силу струму в провіднику, якщо напруга на його кінцях 60 В, а опір провідника 20 Ом.

Дано:
$U = 60$ В
$R = 20$ Ом

I – ?

Розв'язання

$$I = \frac{U}{R} \qquad [I] = \frac{\text{В}}{\text{Ом}} = \frac{\text{В}}{\frac{\text{В}}{\text{А}}} = \text{А} \qquad I = \frac{60}{20} = 3\ (\text{А})$$

Відповідь: $I = 3$ А.

2. Який заряд пройде через поперечний переріз провідника за 5 хв, якщо сила струму в провіднику 0,5 А?

Дано:
$t = 5$ хв $= 300$ с
$I = 0,5$ А

q – ?

Розв'язання

$$I = \frac{q}{t} \quad => \quad q = It$$

$$[q] = \text{А}\cdot\text{с} = \text{Кл} \qquad q = 0,5\cdot 300 = 150\ (\text{Кл})$$

Відповідь: $q = 150$ Кл.

3. Обмотка реостата з опором 84 Ом виготовлена з нікелінового дроту з площею поперечного перерізу 1 мм^2. Знайдіть довжину дроту.

Дано:
$R = 84$ Ом

$S = 1$ мм^2

$= 1 \cdot 10^{-6}$ м^2

$\rho = 4,2 \cdot 10^{-7}$ Ом·м

l – ?

Розв'язання

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad => \quad l = \frac{RS}{\rho}$$

$$[l] = \frac{\text{Ом·м}^2}{\text{Ом·м}} = \text{м} \qquad l = \frac{84 \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{4,2 \cdot 10^{-7}} = 200 \text{ (м)}$$

Відповідь: $l = 200$ м.

4. Як зміниться сила струму на ділянці кола, якщо напругу на ділянці збільшити в два рази, а опір ділянки зменшити в 1,5 разу?

Дано:
$U_2 = 2U_1$

$R_1 = 1,5R_2$

$\frac{I_1}{I_2}$ – ?

Розв'язання

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} \qquad I_2 = \frac{U_2}{R_2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{U_1}{R_1}}{\frac{U_2}{R_2}} = \frac{U_1 R_2}{R_1 U_2} = \frac{U_1 R_2}{1,5R_2 \cdot 2U_1} = \frac{1}{3}$$

Відповідь: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{3}$; сила струму збільшиться в 3 рази.

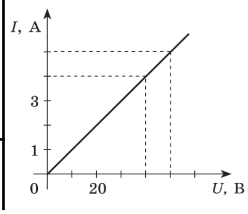
5. На рисунку подана вольт-амперна характеристика провідника. Визначте його опір.

Дано:
$U = 40$ В

$I = 4$ А

R – ?

Розв'язання



$$I = \frac{U}{R} \quad => \quad R = \frac{U}{I} \qquad [R] = \frac{\text{В}}{\text{А}} = \text{Ом}$$

$$R = \frac{40}{4} = 10 \text{ (Ом)}$$

Відповідь: $R = 10$ Ом.

6. Знайдіть діаметр ніхромового дроту довжиною 20 м, якщо його опір 5 Ом.

Дано:
$l = 20$ м

$R = 5$ Ом

$\rho = 1,1 \cdot 10^{-6}$ Ом·м

d – ?

Розв'язання

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{4\rho l}{\pi d^2} \qquad d = \sqrt{\frac{4\rho l}{\pi R}} \qquad [d] = \sqrt{\frac{\text{Ом·м·м}}{\text{Ом}}} = \text{м}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{3,14 \cdot 5}} \approx 2,4 \cdot 10^{-3} \text{(м)}$$

Відповідь: $d \approx 2,4$ мм.

7. Визначте опір мідного дроту масою 300 г і довжиною 340 м.

Дано:
$m = 300$ г $= 0,3$ кг

$l = 340$ м

$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м

Розв'язання

$\{R = \rho \frac{l}{S}$ $m = \rho' V = \rho' l S$

Помножимо перше рівняння на друге:

$R \cdot m = \rho \frac{l}{S} \bullet \rho' l S \qquad Rm = \rho \rho' l^2 \quad => \quad R = \frac{\rho \rho' l^2}{m}$

$\rho' = 8900\frac{кг}{м^3}$	$[R] = \frac{Ом \cdot м \cdot \frac{кг}{м^3} \cdot м^2}{кг} = Ом$
$R - ?$	$R = \frac{1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot 8900 \cdot 340^2}{0{,}3} \approx 58{,}3$ (Ом)
	Відповідь: $R \approx 58{,}3$ Ом.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Що таке електричний струм? Якими є умови його виникнення та існування?

2. Які пристрої називають джерелами електричного струму? Наведіть приклади.

3. Відтворіть, як позначають на електричних схемах гальванічний елемент; резистор; реостат; амперметр; вольтметр; ключ. Для чого призначені ці пристрої?

4. Що прийнято за напрямок струму в колі?

5. Дайте характеристики фізичних величин: сила струму в колі; напруга на ділянці кола; опір провідника; питомий опір.

6. Сформулюйте закон Ома для ділянки кола.

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 1, Вправа № 1 (2, 3)

Додаткові задачі

1. Знайдіть силу струму в провіднику, якщо за 1 хв через його поперечний переріз пройшов заряд 90 Кл.

Дано:	***Розв'язання***
$t = 1$ хв $= 60$ с	$I = \frac{q}{t}$
$q = 90$ Кл	$[I] = \frac{Кл}{с} = \frac{А \cdot с}{с} = А$ $\quad I = \frac{90}{60} = 1{,}5$ (А)
$I - ?$	***Відповідь:*** $I = 1{,}5$ А.

2. Знайдіть напругу на кінцях провідника опором 20 Ом, якщо за 10 хв через його поперечний переріз пройшов заряд 360 Кл.

Дано:	***Розв'язання*** $I = \frac{U}{R}$ $\quad I = \frac{q}{t}$ $\quad \frac{U}{R} = \frac{q}{t}$ $\quad => \quad U = \frac{qR}{t}$
$R = 20$ Ом	$[U] = \frac{Кл \cdot Ом}{с} = \frac{А \cdot с \cdot \frac{В}{А}}{с} = В$
$t = 10$ хв $= 600$ с	$U = \frac{360 \cdot 20}{600} = 12$ (В)
$q = 360$ Кл	
$U - ?$	***Відповідь:*** $U = 12$ В.

3. Якщо до кінців провідника прикласти напругу 100 В, то по ньому потече струм 2 А. Яку напругу потрібно прикласти до кінців цього провідника, щоб сила струму в ньому дорівнювала 0,8 А?

Дано:	***Розв'язання***
$U_1 = 100$ В	$R_1 = \frac{U_1}{I_1}$ $\quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}$
$I_1 = 2$ А	$R_1 = R_2$ $\quad \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2}$ $\quad => \quad U_2 = \frac{U_1 I_2}{I_1}$

$I_2 = 0,8$ А	$[U_2] = \frac{В \cdot А}{А} = В \qquad U_2 = \frac{100 \cdot 0,8}{2} = 40$ (В)
U_2 – ?	***Відповідь:*** $U_2 = 40$ В.

4. Реостат виготовлений з ніхромового дроту площею поперечного перерізу 1 мм^2 і довжиною 100 м. Визначте його опір.

Дано:	***Розв'язання***
$S = 1$ мм^2	$R = \rho \frac{l}{S} \qquad [R] = Ом \cdot м \cdot \frac{м}{м^2} = Ом$
$= 1 \cdot 10^{-6}$ м^2	$R = 1,1 \cdot 10^{-6} \bullet \frac{100}{1 \cdot 10^{-6}} = 110$ (Ом)
$l = 100$ м	***Відповідь:*** $R = 110$ Ом.
$\rho = 1,1 \cdot 10^{-6}$ Ом·м	
R – ?	

5. Сила струму в провіднику дорівнює 0,8 А. Скільки електронів проходить через поперечний переріз провідника за 1 хв?

Дано:	***Розв'язання***
$I = 0,8$ А	$q = It \qquad \lvert q \rvert = N \lvert e \rvert$
$t = 1$ хв $= 60$ с	$N \lvert e \rvert = It \qquad => \qquad N = \frac{It}{\lvert e \rvert}$
$e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	$[N] = \frac{А \cdot с}{Кл} = \frac{Кл}{Кл} = 1 \qquad N = \frac{0,8 \cdot 60}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 3 \cdot 10^{20}$
N – ?	***Відповідь:*** $N = 3 \cdot 10^{20}$.

6. Два ніхромові дроти мають однакові маси, але діаметр одного у два рази більший, ніж іншого. Який із дротів має більший опір і в скільки разів?

Дано:	***Розв'язання***
$m_1 = m_2$	$m_1 = \rho' V_1 = \rho' l_1 S_1 \qquad m_2 = \rho' V_2 = \rho' l_2 S_2$
$d_1 = 2d_2$	$m_1 = m_2 \qquad l_1 S_1 = l_2 S_2$
$\frac{R_1}{R_2}$ – ?	$l_1 \frac{\pi d_1^2}{4} = l_2 \frac{\pi d_2^2}{4} \qquad 4l_1 = l_2 \qquad \frac{l_1}{l_2} = \frac{1}{4}$
	$R_1 = \rho \frac{l_1}{S_1} = \frac{4\rho l_1}{\pi d_1^2} \qquad R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2} = \frac{4\rho l_2}{\pi d_2^2}$
	$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{4\rho l_1}{\pi d_1^2}}{\frac{4\rho l_2}{\pi d_2^2}} = \frac{l_1 d_2^2}{d_1^2 l_2} = \frac{1}{4} \bullet \frac{d_2^2}{4d_2^2} = \frac{1}{16}$
	Відповідь: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{16}$.

7. Скільки витків алюмінієвого дроту площею поперечного перерізу 0,2 мм^2 необхідно намотати на порцеляновий циліндр діаметром 2 см, щоб опір реостата був 0,8 Ом?

Дано:

$S = 0,2$ мм^2

$= 2 \cdot 10^{-7}$ м^2

$d = 2$ см $= 2 \cdot 10^{-2}$м

$R = 0,8$ Ом

$\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м

$N - ?$

Розв'язання

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{\pi d N}{S} \quad => \quad N = \frac{RS}{\rho \pi d}$$

$$[N] = \frac{\text{Ом·м}^2}{\text{Ом·м·м}} = 1$$

$$N = \frac{0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-7}}{2,8 \cdot 10^{-8} \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} \approx 91$$

Відповідь: $N \approx 91$.