

Виконуємо обчислення:

$$N = \frac{0,32 \cdot 2}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 4 \cdot 10^{18}.$$

Відповідь: за 2 с через поперечний переріз спіralи пройде $4 \cdot 10^{18}$ електронів.

3. За який час через поперечний переріз провідника за сили струму 200 мА пройде заряд 60 Кл?
4. Для живлення лампи фотоспалаху використовують конденсатор ємністю 800 мкФ, заряджений до напруги 300 В. Який середній струм розрядження конденсатора, якщо тривалість спалаху становить 20 мс? (*Відповідь:* 12 А)

ЩО МИ ДІЗНАЛИСЯ НА УРОЦІ

- Електричний струм — це напрямлений рух заряджених частинок. За напрямком струму приймають напрямок руху позитивно заряджених частинок.
- Дії електричного струму: світлова, теплова, хімічна, магнітна.
- Фізичну величину I , що дорівнює відношенню заряду q , перенесеного через поперечний переріз провідника за проміжок часу t , до цього проміжку часу, називають силою струму:

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

- 1 Кл — це заряд, що проходить через поперечний переріз провідника протягом 1 с за сили струму 1 А.

$$1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ с}.$$

Домашнє завдання

1. Підр.: § 5.
2. 36.:

Рів1 № 4.3; 4.2; 4.11; 4.14.

Рів2 № 4.27; 4.31; 4.32, 4.33.

Рів3 № 4.38, 4.39; 4.50; 4.51.

УРОК 6/6

Тема. Робота й потужність струму

Мета уроку: з'ясувати, які перетворення відбуваються в провіднику, через який протікає електричний струм.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

ПЛАН УРОКУ

Контроль знань	5 хв	1. Електричний струм. Сила струму. 2. Дія електричного струму. 3. Потенціал і різниця потенціалів
Вивчення нового матеріалу	30 хв	1. Робота електричного струму. 2. Закон Джоуля–Ленца. 3. Потужність електричного струму
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв	1. Якісні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Робота електричного струму

Як відомо, *робота характеризує зміну енергії або перетворення одного виду енергії в інший.*

Робота електричного струму також характеризує процес перетворення енергії одного виду (енергії електричного поля) в енергію іншого виду (внутрішню енергію тіл, у механічну й інші види енергії).

Розглянемо довільну ділянку кола, наприклад нитку розжарення електричної лампи. Нехай за час Δt через поперечний переріз провідника проходить заряд Δq . Тоді електричне поле виконає роботу $A = \Delta q U$. Оскільки $\Delta q = I \Delta t$, ця робота дорівнює:

$$A = IU \Delta t.$$

- *За одиницю роботи електричного струму прийнято джоуль. Джоуль дорівнює роботі, яку виконує електричний струм силою 1 А за напруги 1 В протягом 1 с:*

$$[A] = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ с} = 1 \text{ Дж}.$$

2. Закон Джоуля–Ленца

Якщо єдиною дією струму є теплова, то, відповідно до закону збереження енергії, кількість теплоти, що виділилася в провіднику, чисельно дорівнює роботі струму: $Q = A$. Отже, $Q = IUt$.

Використовуючи закон Ома для ділянки кола, можна записати три еквівалентні формули для кількості теплоти, що виділилася в провіднику зі струмом:

$$Q = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t.$$

Закон, що визначає кількість теплоти, яку виділяє провідник зі струмом у навколишнє середовище, був установлений експериментально англійським ученим Д. Джоулем і російським ученим Е. Х. Ленцем:

- кількість теплоти, що виділилася в провіднику, дорівнює добутку квадрата сили струму на опір провідника й час проходження струму:

$$Q = I^2 R t.$$

Формули $Q = I^2 R t$ й $Q = \frac{U^2}{R} t$ для кількості теплоти, що виділилася в провіднику, можуть видатися суперечливими: відповідно до першої з них кількість теплоти прямо пропорційна опору провідника, а відповідно до другої — обернено пропорційна.

Щоб розібратися в цьому, порівнюємо кількості теплоти, яка виділяється у двох провідниках під час їх послідовного і паралельного з'єднання.

Якщо провідники з'єднані послідовно, сила струму в них однакова: $I_1 = I_2 = I$. Тому для порівняння кількості теплоти, що виділяється в провідниках, зручніше користуватися формулою

$Q = I^2 R t$. Одержуємо: $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{I^2 R_1 t}{I^2 R_2 t} = \frac{R_1}{R_2}$.

$$Q = I^2 R t. \text{ Одержуємо: } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{I^2 R_1 t}{I^2 R_2 t} = \frac{R_1}{R_2}.$$

- Таким чином, за послідовного з'єднання провідників більша кількість теплоти виділяється в провіднику, що має більший опір.

Якщо провідники з'єднані паралельно, напруга на їх кінцях однакова: $U_1 = U_2 = U$. Тому для порівняння кількості теплоти, що виділяється в провідниках, зручніше користуватися формулою

$$Q = \frac{U^2}{R} t. \text{ Одержуємо: } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{U^2 R_2 t}{U^2 R_1 t} = \frac{R_2}{R_1}.$$

- Таким чином, за паралельного з'єднання провідників більша кількість теплоти виділяється в провіднику, що має менший опір.

3. Потужність електричного струму

Будь-який електричний прилад розрахований на споживання певної енергії в одиницю часу. Тому, крім роботи струму, важливе значення має поняття *потужності струму*.

- Потужністю струму P називається відношення роботи струму A до проміжку часу t , протягом якого ця робота була виконана:

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

Оскільки $A = IUt$, одержуємо $P = IU$. Використовуючи закон Ома для ділянки кола, можна записати три еквівалентні формули для потужності:

$$P = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

- Потужність струму, як і будь-яка потужність, вимірюється в системі СІ у ватах (Вт). Потужність дорівнює 1 Вт, якщо за 1 с відбувається робота 1 Дж.

$$[P] = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ В} = 1 \text{ Вт}.$$

Будь-який електричний прилад характеризується споживаною ним потужністю, яку часто називають потужністю цього приладу (зазвичай її вказують на приладі).

ПИТАННЯ ДО УЧНІВ У ХОДІ ВИКЛАДУ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

Перший рівень

1. Які спостереження показують, що електричний струм може виконати роботу?
2. Які перетворення енергії відбуваються в зовнішній ділянці електричного кола?
3. Чому під час проходження електричного струму провідник нагрівається?
4. Які властивості повинен мати метал, з якого виготовляють спіралі нагрівальних елементів?
5. Що розуміють під механічною потужністю?

6. Якими приладами і як можна виміряти потужність електричного струму на певній ділянці кола?

Другий рівень

1. На якому із двох паралельно з'єднаних провідників виділяється більша потужність? Наведіть приклади, що підтверджують вашу відповідь.
2. На якому із двох послідовно з'єднаних провідників виділяється більша потужність? Наведіть приклади, що підтверджують вашу відповідь.
3. За яких умов робота струму в провіднику дорівнює кількості теплоти, що виділяється при цьому в провіднику?
4. У якому випадку кількість теплоти, що виділилася в провіднику, обернено пропорційна опорю провідника, а в якому випадку — прямо пропорційно?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Якісні питання

1. Одна електрична лампа увімкнена в мережу напругою 127 В, а інша — у мережу напругою 220 В. У якій лампі під час проходження 1 Кл відбувається більша робота?
2. У якому випадку кількість теплоти, що виділилася в провіднику, обернено пропорційна опорю провідника, а в якому випадку — прямо пропорційна?
3. Спираль електричної плитки вкоротили. Як зміниться кількість теплоти, що в ній виділяється, якщо плитку увімкнути на ту саму напругу?
4. Два дроти однакової довжини й перерізів — залізний і мідний — з'єднані послідовно. У якому з них виділиться більша кількість теплоти?
5. Два дроти однакової довжини й перерізів — залізний і мідний — з'єднані паралельно. У якому з них виділиться більша кількість теплоти?

2. Навчаємося розв'язувати задачі

1. На першій лампі накалювання зазначена потужність 100 Вт, а на другій — 25 Вт. Які опори цих ламп у робочому стані?

Розв'язання

Як ми вже знаємо, всі електричні прилади у квартирі увімкнені паралельно, тому на всіх них однакова напруга. Відповідно до стандарту вона дорівнює 220 В. Виходить, для встановлення опорів цих ламп (у робочому стані) слід користуватися формулою $P = \frac{U^2}{R}$,

$$\text{звідки } R = \frac{U^2}{P}.$$

Підставивши числові значення величин і перевіривши одиниці виміру, ми одержимо:

$$R_1 = \frac{U^2}{P_1} = \frac{220^2}{100} = 484 \text{ (Ом)},$$

$$R_2 = \frac{U^2}{P_2} = \frac{220^2}{25} = 1940 \text{ (Ом)} = 1,94 \text{ кОм}.$$

2. У скільки разів опір нагрівального елемента електрочайника більший за опір мідного проводу, що з'єднує чайник з розеткою? Візьміть до уваги, що потужність чайника 2 кВт, площа поперечного перерізу проводу 1 мм², а його довжина 1 м?

Розв'язання

Для знаходження опорю нагрівального елемента електрочайника використовуємо формулу $R = \frac{U^2}{P}$. Підставивши числові значення й перевіривши одиниці величин, одержуємо $R_1 = \frac{220^2}{2000} = 24 \text{ (Ом)}$.

Для знаходження опорю проводу слід врахувати, що загальна довжина двох проводів, які з'єднують чайник з розеткою, дорівнює 2 м, і скористатися формулою $R = \rho \frac{l}{S}$, де ρ — питомий опір міді.

Підставивши числові значення й перевіривши одиниці величин, одержуємо:

$$R = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 2}{10^{-6}} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ (Ом)}.$$

Порівнюючи знайдені опори, ми бачимо, що опір нагрівального елемента електрочайника більш ніж в 700 разів перевищує опір проводів.

3. З якого матеріалу виготовлена спіраль нагрівального елемента, потужність якого 480 Вт, якщо його довжина дорівнює 16 м, переріз $0,24 \text{ мм}^2$ і напруга в мережі 120 В?
4. Дві лампи потужністю 40 і 60 Вт, розраховані на однакову напругу, увімкнені в мережу з тією самою напругою послідовно. Які потужності вони споживають?

ЩО МИ ДІЗНАЛИСЯ НА УРОЦІ

- Робота струму на ділянці кола дорівнює добутку напруги на цій ділянці на силу струму в ній й на проміжок часу, протягом якого протікає струм:

$$A = UI t.$$

- 1 Дж дорівнює роботі, яку виконує електричний струм силою 1 А за напруги 1 В протягом 1 с.

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ с}.$$

- Закон Джоуля—Ленца:
кількість теплоти, яку виділяє провідник зі струмом, прямо пропорційна квадрату сили струму, опору провідника й часу проходження через нього струму:

$$Q = I^2 R t.$$

- Потужність струму на ділянці кола дорівнює добутку напруги на цій ділянці на силу струму:

$$P = UI.$$

- За одиницю потужності в системі СІ прийнято ват (Вт):

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ А}.$$

Домашнє завдання

1. Підр.: § 6.
2. Зб.:

Рів1 № 5.10; 5.11; 5.13; 5.16.

Рів2 № 5.24; 5.26; 5.27, 5.30.

Рів3 № 5.32, 5.33; 5.52; 5.53.

УРОК 7/7

Тема. ЕРС. Закон Ома для повного кола

Мета уроку: роз'яснити учням роль сторонніх сил в електричному колі, ознайомити їх із законом Ома для повного кола.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

ПЛАН УРОКУ

Контроль знань	5 хв	1. Робота електричного струму. 2. Закон Джоуля—Ленца. 3. Потужність електричного струму
Вивчення нового матеріалу	30 хв	1. Сторонні сили. 2. ЕРС. 3. Закон Ома для повного кола. 4. Наслідки із закону Ома для повного кола
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв	1. Якісні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Сторонні сили

Усередині джерела струму відбувається *розподіл зарядів*, у результаті чого на позитивному полюсі джерела накопичується позитивний заряд, а на негативному — негативний. Внаслідок цього між полюсами виникає різниця потенціалів, а в *зовнішній частині кола* — електростатичне поле, під дією якого в зовнішньому колі тече струм.

Поза джерелом струму вільні заряди рухаються під дією сил електростатичного поля, але усередині джерела вони рухаються проти сил цього поля.

Наприклад, у хімічному джерелі струму позитивні іони рухаються до позитивного полюса, незважаючи на те, що електростатичне поле «тягне» їх до негативного полюса.

Отже, для того щоб у джерелі струму відбувався розподіл зарядів, усередині джерела струму на вільні заряди повинні діяти сили неелектростатичного походження. Їх називають *сторонніми силами*.