

§ 9. СИЛА СТРУМУ. ОДИНИЦЯ СИЛИ СТРУМУ. АМПЕРМЕТР



Вам уже відомо, що для кількісного опису фізичних явищ, властивостей тіл і речовин фізики використовують фізичні величини. А за допомогою яких фізичних величин можна кількісно описати процес проходження електричного струму по провіднику? З однією з них ви познайомитеся в цьому параграфі.



З'ясуємо, що називають силою струму

У металевому стрижні, як ви вже знаєте, є велика кількість вільних носіїв електричного заряду — електронів.



Рис. 9.1. Уявно розрізавши стрижень, одержуємо його поперечний переріз

Зрозуміло, що, коли у стрижні не тече струм, рух електронів у ньому хаотичний. Тому можна вважати, що кількість електронів, які за одну секунду проходять через поперечний переріз стрижня (рис. 9.1) зліва направо, дорівнює кількості електронів, що проходять через нього справа наліво.

Якщо приєднати стрижень до джерела струму, електрони почнуть рухатися напрямлено і кількість електронів, що проходять за певний час через поперечний переріз в одному напрямку, істотно збільшиться. Отже, у цьому напрямку через поперечний переріз стрижня буде перенесено певний заряд.

Сила струму — це фізична величина, що характеризує електричний струм і чисельно дорівнює заряду, який проходить через поперечний переріз провідника за одиницю часу.

Силу струму позначають символом I та визначають за формулою

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

де q — заряд, який проходить через поперечний переріз провідника за час t .

Щоб краще усвідомити суть уведеної фізичної величини, знову звернемося до механічної моделі електричного кола (див. рис. 8.4). Зрозуміло, що механічним аналогом сили струму є кількість води, що проходить через поперечний переріз трубки за 1 с.



Знайомимось з одиницею сили струму

Одиницею сили струму є **ампер** (А); вона названа так на честь французького вченого А. Ампера (рис. 9.2). Ампер — це одна з основних одиниць СІ (рис. 9.3).

Крім ампера на практиці часто застосовують кратні й частинні одиниці сили струму. Так, для вимірювання малої сили

струму використовують *міліампери (мА)* і *мікроампери (мкА)*, великої сили струму — *кілоампери (кА)*:

$$1 \text{ мА} = 10^{-3} \text{ А}; 1 \text{ мкА} = 10^{-6} \text{ А}; 1 \text{ кА} = 10^3 \text{ А}.$$

Щоб уявити, що означає велика і маленька сила струму, наведемо такі дані. Сила струму, який проходить через тіло людини, вважається безпечною, якщо її значення не перевищує 1 мА, а сила струму 100 мА вже здатна призвести до серйозних уражень.

Як видно з рис. 9.4, сила струму в багатьох електротехнічних пристроях значно перевищує силу струму, безпечну для людського організму. Тому, щоб не наражатися на смертельну небезпеку під час роботи з електротехнічними приладами й пристроями, необхідно суворо дотримуватися правил безпеки. Загальну інструкцію з безпеки подано на форзаці підручника. Ми ж зупинимось на головних моментах, які слід пам'ятати всім, хто має справу з електрикою.

НЕ МОЖНА

- торкатись оголеного проводу, особливо стоячи на землі, сирій підлозі тощо;
- користуватися несправними електротехнічними пристроями;
- збирати, розбирати, виправляти електротехнічні пристрої, не від'єднавши їх від джерела струму

3 Визначаємо одиницю електричного заряду

Знаючи одиницю сили струму, легко одержати визначення одиниці електричного заряду в СІ.

Оскільки $I = \frac{q}{t}$, то $q = It$. Отже:

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

1 Кл — це заряд, що проходить через поперечний переріз провідника за 1 с при силі струму в провіднику 1 А.



Рис. 9.2. Андре Марі Ампер (1775–1836) — французький фізик, математик і хімік, один із засновників учення про електромагнітні явища. Ампер першим увів у фізику поняття електричного струму

Метр

Кілограм

Секунда

Ампер

Кельвін

Моль

Кандела

Рис. 9.3. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць (СІ)



Рис. 9.4. Значення сили струму в деяких електротехнічних пристроях

4 Вимірюємо силу струму

Для вимірювання сили струму використовують прилад, який називається *амперметром* (рис. 9.5).

(А) — умовне позначення амперметра на електричних схемах.

Як і будь-який вимірювальний прилад, амперметр не повинен впливати на значення вимірюваної величини. Тому амперметр сконструйований таким чином, що в разі приєднання його до електричного кола значення сили струму в колі практично не змінюється.

Рис. 9.5. Деякі види амперметрів: а — демонстраційний; б — шкільний лабораторний; в — лабораторний із дзеркальною шкалою



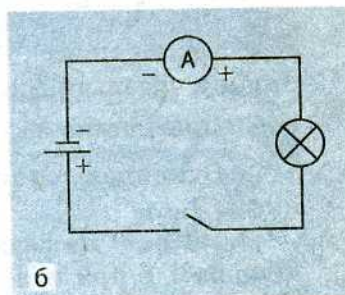
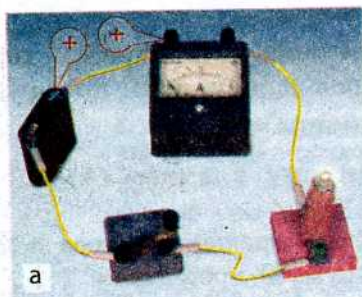


Рис. 9.6. Вимірювання амперметром сили струму, що проходить через лампу: а — загальний вигляд електричного кола; б — схема

Правила, яких необхідно дотримуватися під час вимірювання сили струму амперметром

1. Амперметр вмикають у коло послідовно з тим провідником, у якому необхідно виміряти силу струму (рис. 9.6).
2. Клеми амперметра, біля якої стоїть знак «+», потрібно з'єднувати з проводом, що йде від позитивного полюса джерела струму; клему зі знаком «-» — із проводом, що йде від негативного полюса джерела струму.
3. Не можна приєднувати амперметр до кола, у якому відсутній споживач струму.

5 Учимося розв'язувати задачі

Задача. Скільки електронів пройде через поперечний переріз спіралі лампи за 2 с, якщо сила струму в спіралі становить 0,32 А?

Дано:

$$t = 2 \text{ с}$$

$$I = 0,32 \text{ А}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

N — ?

Аналіз фізичної проблеми

$q = N|e|$, тому, щоб визначити кількість N електронів, необхідно знати загальний заряд q , перенесений за 2 с, і заряд e одного електрона. Загальний заряд знайдемо з визначення сили струму; заряд одного електрона дорівнює $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Задачу слід розв'язувати в одиницях СІ*.

Пошук математичної моделі, розв'язання

Відповідно до визначення сили струму $I = \frac{q}{t}$, отже, $q = It$ (1). Знаючи загальний заряд, знайдемо кількість електронів: $N = \frac{q}{|e|}$ (2). Підставивши формулу (1) у формулу (2), отримаємо: $N = \frac{It}{|e|}$.

Визначимо значення шуканої величини:

$$[N] = \frac{\text{А} \cdot \text{с}}{\text{Кл}} = \frac{\text{Кл}}{\text{Кл}} = 1; \{N\} = \frac{0,32 \cdot 2}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 4 \cdot 10^{18}; N = 4 \cdot 10^{18}.$$

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

* У наступних задачах в аналізі фізичної проблеми цю фразу опущено, оскільки під час вивчення електричних явищ будемо користуватися тільки одиницями СІ.

! Підбиваємо підсумки

Сила струму — фізична величина, що характеризує електричний струм і чисельно дорівнює заряду, який проходить через поперечний переріз провідника за одиницю часу: $I = \frac{q}{t}$.

Одиницею сили струму є ампер (А). Це одна з основних одиниць СІ.

1 Кл — це заряд, що проходить через поперечний переріз провідника за 1 с при силі струму в провіднику 1 А.

Силу струму вимірюють амперметром. Амперметр приєднують до електричного кола послідовно з провідником, у якому вимірюють силу струму.

? Контрольні запитання

1. Дайте визначення сили струму.
2. За якою формулою визначають силу струму?
3. Яка одиниця сили струму? На честь кого її названо?
4. Яке значення сили струму безпечне для людини?
5. Яких основних правил безпеки необхідно дотримуватися під час роботи з електротехнічними пристроями?
6. Дайте визначення кулона.
7. Яким приладом вимірюють силу струму? Які правила необхідно виконувати, вимірюючи силу струму?

Вправа № 9

1. На рис. 1 зображено шкали різних амперметрів. Визначте ціну поділки кожної шкали і силу струму, що відповідає показам цих приладів.
2. На рис. 2 зображено схему електричного кола. Перерисуйте схему в зошит і покажіть на ній, де потрібно приєднати амперметр, щоб виміряти силу струму в лампах. Позначте полюси амперметра.
3. Сила струму в провіднику дорівнює 200 мА. Протягом якого часу через поперечний переріз провідника проходить заряд, що дорівнює 24 Кл?
4. Який електричний заряд проходить через нагрівальний елемент електричної праски за 15 хв, якщо сила струму в елементі дорівнює 3 А?
5. На рис. 3 показано вимірювання сили струму в колі, яке складається з джерела струму, ключа й лампи. Накресліть електричну схему кола, позначте на ній полюси амперметра. Визначте заряд, що проходить через поперечний переріз спіралі лампи за 10 хв.
6. Чому дорівнює сила струму в провіднику, якщо за 10 с через поперечний переріз цього провідника проходить $2 \cdot 10^{20}$ електронів?



а



б



в

Рис. 1

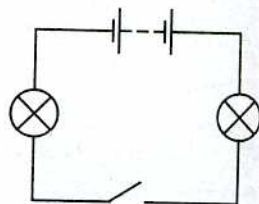


Рис. 2

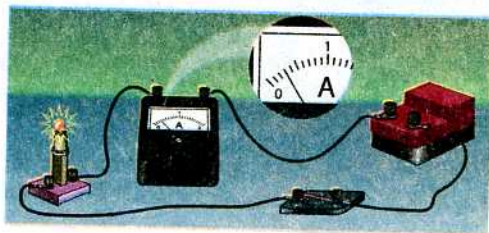


Рис. 3