

## Урок 58 Теплова дія струму. Закон Джоуля – Ленца

### Мета уроку:

**Навчальна.** Пояснити теплову дію струму, сформулювати закон Джоуля – Ленца, розглянути практичне застосування теплової дії струму в електронагрівальних приладах.

**Розвивальна.** Розвивати вміння аналізувати навчальний матеріал, умову задачі, хід розв’язання задач, творчий підхід до вирішення завдань.

**Виховна.** Формування таких якостей особистості, як працелюбність, уважність, зібраність, спостережливість.

### Хід уроку

#### I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

#### II. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ

#### III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Ми вже знаємо, що проходження струму завжди супроводжується виділенням теплоти.

Розглянемо дане явище більш детально.

#### IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

##### 1. Закон Джоуля – Ленца

Коли в провіднику йде струм, то вільні заряджені частинки, рухаючись під дією електричного поля, зіштовхуються з іншими частинками і передають їм частину своєї енергії. У результаті середня швидкість хаотичного (теплого) руху частинок речовини збільшується – провідник нагрівається.

Теплову дію струму вивчали англійський фізик Джеймс Джоуль і російський фізик Емілій Ленц. Незалежно один від одного вони дійшли однакового висновку.

##### Закон Джоуля – Ленца

**Кількість теплоти, яка виділяється в провіднику внаслідок проходження струму, прямо пропорційна квадрату сили струму, опору провідника й часу проходження струму:**

$$Q = I^2 R t$$

$Q$  – кількість теплоти, яка виділяється провідником зі струмом;

$I$  – сила струму у провіднику;

$R$  – опір провідника;

$t$  – час проходження струму.

Інші формули випливають із Закон Джоуля – Ленца:

$$Q = U I t; \quad Q = \frac{U^2}{R} t$$

*Можна користуватися тільки в тому випадку, коли вся електрична енергія витрачається на нагрівання.*

*Якщо ж на ділянці кола є споживачі енергії, в яких виконується механічна робота або відбуваються хімічні реакції, даними формулами користуватися не можна.*

##### 2. Електронагрівальні пристрої

### Питання класу

- Яке практичне значення має закон Джоуля – Ленца?

Теплова дія струму використовується в різних електронагрівальних пристроях (праски, плити, чайники, електричні каміни, рефлектори, лампи накаливання).

Основною частиною будь-якого електронагрівника є **нагрівальний елемент**.



За законом Джоуля – Ленца кількість теплоти  $Q$ , що виділяється в нагрівальному елементі, обчислюється за формулою  $Q = I^2 R t$ , отже, змінюючи час нагрівання або силу струму в нагрівальному елементі, можна регулювати температуру нагрівника.

### 3. Коротке замикання та запобіжники

Якщо увімкнути відразу кілька потужних споживачів, загальний опір кола суттєво зменшиться, відповідно сила струму в колі значно збільшиться.

**Коротке замикання – різке збільшення сили струму в колі.**

Коротке замикання може виникнути у випадку порушення ізоляції проводів або під час ремонту елементів електричного кола, які перебувають під напругою.

Щоб уникнути пожежі у випадку короткого замикання або перевантаження електричного кола, а також не допустити псування споживачів електричної енергії під час небезпечного збільшення сили струму, використовують запобіжники.

**Запобіжники – пристрої, які розмикають коло, якщо сила струму в ньому збільшиться понад норму.**



**запобіжники.**

Робоча запобіжника – збільшення біметалева



**Автоматичні**

частина автоматичного біметалева пластина. у разі сили струму понад норму пластина вигинається, в

результаті чого коло розмикається. Після охолодження запобіжник знову можна повернути в робочий стан.



**Плавкі запобіжники**, які застосовують в радіотехніці. Уздовж осі скляної трубочки з металевими наконечниками натягнутий тонкий дріт із легкоплавкого матеріалу

## V. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

1. Яка кількість теплоти виділиться протягом години в провіднику опором 10 Ом за сили струму 2 А?

**Дано:**

$$t = 1 \text{ год} = 3600 \text{ с}$$

$$R = 10 \text{ Ом}$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$$Q = ?$$

**Розв'язання**

$$Q = I^2 R t$$

$$[Q] = \text{А}^2 \cdot \text{Ом} \cdot \text{с} = \text{А}^2 \cdot \frac{\text{В}}{\text{А}} \cdot \text{с} = \text{А} \cdot \text{В} \cdot \text{с} = \text{Дж}$$

$$Q = 2^2 \cdot 10 \cdot 3600 = 144000 \text{ (Дж)}$$

**Відповідь:**  $Q = 144 \text{ кДж}$ .

2. По провіднику проходить струм 5 А. Визначте опір провідника, якщо впродовж 20 хв виділяється кількість теплоти 10 кДж.

**Дано:**

$$I = 5 \text{ А}$$

$$t = 20 \text{ хв} = 1200 \text{ с}$$

$$Q = 10 \text{ кДж}$$

$$= 10000 \text{ Дж}$$

$$R = ?$$

**Розв'язання**

$$Q = I^2 R t \Rightarrow R = \frac{Q}{I^2 t}$$

$$[R] = \frac{\text{Дж}}{\text{А}^2 \cdot \text{с}} = \frac{\text{А} \cdot \text{В} \cdot \text{с}}{\text{А}^2 \cdot \text{с}} = \frac{\text{В}}{\text{А}} = \text{Ом}$$

$$R = \frac{10000}{5^2 \cdot 1200} = 0,33 \text{ (Ом)}$$

**Відповідь:**  $R = 0,33 \text{ (Ом)}$ .

3. Визначте кількість теплоти, що дає електроприлад потужністю 2 кВт за 10 хв роботи?

**Дано:**

$$P = 2 \text{ кВт}$$

$$= 2000 \text{ Вт}$$

$$t = 10 \text{ хв} = 600 \text{ с}$$

$$Q = ?$$

**Розв'язання**

У випадку, коли вся електрична енергія витрачається на нагрівання можна користуватися:

$$Q = U I t; \quad P = U I; \quad Q = P t;$$

$$Q = 2000 \text{ Вт} \cdot 600 \text{ с} = 1200000 \text{ Дж}$$

**Відповідь:**  $Q = 1,2 \text{ МДж}$ .

4. Визначте, на скільки градусів нагріваються 100 г води, якщо на нагрівання їх витрачено всю кількість теплоти, що виділяється при протіканні струму 5 А по провіднику опором 10 Ом протягом 2 хв.

**Дано:**

$$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$I = 5 \text{ А}$$

$$R = 10 \text{ Ом}$$

$$\tau = 2 \text{ хв} = 120 \text{ с}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$$

$$\Delta t = ?$$

**Розв'язання**

$$Q_1 = c m \Delta t - \text{нагрівання води}$$

$$Q_2 = I^2 R \tau - \text{тепло, яке виділяється в провіднику}$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$c m \Delta t = I^2 R \tau$$

$$\Delta t = \frac{I^2 R \tau}{c m}$$

$$\Delta t = \frac{\text{А}^2 \cdot \text{Ом} \cdot \text{с}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}} \cdot \text{кг}} = \frac{\text{Дж}}{\frac{\text{Дж}}{^\circ\text{С}}} = ^\circ\text{С}$$

$$\Delta t = \frac{5^2 \cdot 10 \cdot 120}{4200 \cdot 0,1} \approx 71 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

**Відповідь:**  $\Delta t \approx 71 \text{ }^\circ\text{C}$ .

5. За 10 хв в електричному чайнику нагріли 0,5 кг води від 20 °С до кипіння. Сила струму в мережі 2 А, а опір спіралі електрочайника – 90 Ом. Визначте ККД електрочайника.

**Дано:**

$$\tau = 10 \text{ хв} = 600 \text{ с}$$

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_k = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$$R = 90 \text{ Ом}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$\eta = ?$

**Розв'язання**

$$\eta = \frac{Q_{\text{кор}}}{Q_{\text{повна}}} \cdot 100\%$$

$$Q_{\text{кор}} = cm(t_k - t_0)$$

$$Q_{\text{повна}} = I^2 R \tau$$

$$\eta = \frac{cm(t_k - t_0)}{I^2 R \tau} \cdot 100\%$$

$$[\eta] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}{\text{А}^2 \cdot \text{Ом} \cdot \text{с}} \cdot \% = \frac{\text{Дж}}{\text{Дж}} \cdot \% = \%$$

$$\eta = \frac{4200 \cdot 0,5 \cdot (100 - 20)}{2^2 \cdot 90 \cdot 600} \cdot 100 \approx 78 \text{ (\%)}$$

**Відповідь:**  $\eta \approx 78 \text{ \%}$

## VI. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

### Бесіда за питаннями

1. Чому нагріваються провідники, в яких тече електричний струм?
2. Сформулюйте закон Джоуля – Ленца. Чому він має таку назву?
3. Як математично записують закон Джоуля – Ленца?
4. Які перетворення енергії відбуваються всередині електронагрівника в разі його ввімкнення в електричне коло?
5. Що таке коротке замикання?
6. З якою метою застосовують запобіжники?

## VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Вивчити § 34 – 35, Вправа № 34 (1, 4)

Д/з надішліть на human, або на електрону адресу [kmitevich.alex@gmail.com](mailto:kmitevich.alex@gmail.com)