

# Закон Джоуля-Ленца. Електричні нагрівальні пристрої. Запобіжники.

## Мета.

**Освітня.** Ознайомити учнів із законом Джоуля-Ленца; з особливостями та принципом дії електронагрівальних приладів. Вчитися розв'язувати задачі на застосування закону Джоуля-Ленца.

**Розвиваюча.** Розвивати логічне та алгоритмічне мислення; формувати навички розв'язування задач..

**Виховна.** Виховувати свідоме ставлення до економії електроенергії.

**Тип уроку.** Урок засвоєння нових знань.

## Матеріали для роботи з учнями:

- **Флеш – анімація** [Закон Джоуля - Ленца](#)
- [Задача на закон Джоуля - Ленца](#)

## План

1. Актуалізація опорних знань.
2. Вивчення нового матеріалу.
3. Вчимося розв'язувати задачі.
4. Запитання до уроку.
5. Домашнє завдання.

## Хід уроку

### 1. Актуалізація опорних знань.

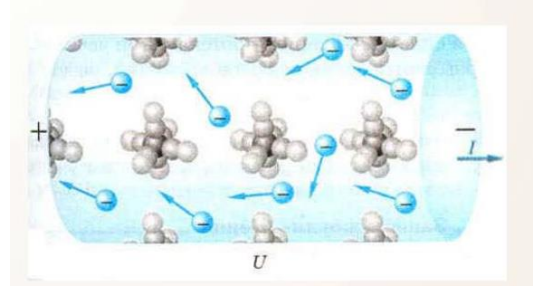
1. Що таке фактична потужність та номінальна потужність споживача?
2. Порівняйте значення фактичної та номінальної потужності споживача. Поясніть причину розходжень значень.
3. Назвіть приклади “живих” електростанцій.
4. Дві однакові лампочки, розраховані на напругу 6,3 В, включені в електричне коло. Одна лампочка світила 1 хв, а друга – 2 хв. В якій лампочці робота електричного струму була більша?
5. Які ви знаєте одиниці потужності і роботи, використання в електриці.
6. Як обчислити використану, за добу, електроенергію?
7. Є дві лампи потужністю 60 Вт в 100 Вт, розраховані на напругу 220 В. яка з них буде горіти яскравіше при вмиканні в освітлювальну мережу?

### 2. Вивчення нового матеріалу.

#### 1. Теплова дія струму

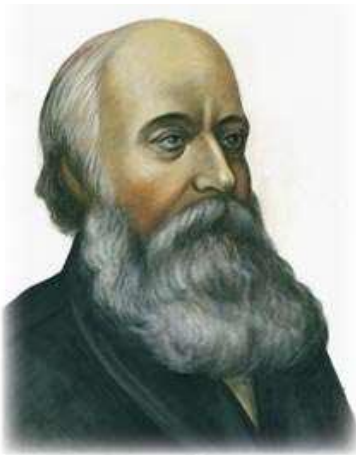
Проходження струму завжди супроводжується виділенням теплоти.

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. За законом збереження енергії кінетична енергія, набута вільними зарядженими частинками в результаті дії електричного поля, перетворюється на внутрішню енергію провідника.



## 2. Закон Джоуля — Ленца

Англійський фізик Джеймс Джоуль у 1841 році та російський фізик Емілій Ленц у 1842 році незалежно один від одного, на основі дослідів, установили, що в нерухомих металевих провідниках уся робота електричного струму витрачається на збільшення їхньої внутрішньої енергії.



Джеймс Джоуль

Нагрітий провідник віддає отриману енергію навколишнім тілам, але вже внаслідок теплообміну.

**Закон Джоуля-Ленца.** Кількість теплоти, яка виділяється провідником зі струмом, визначається добутком квадрата сили струму, опору провідника і часу проходження струму:

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

де  $Q$  - кількість теплоти, яка виділяється провідником зі струмом;  $I$  - сила струму в провіднику;  $R$  - опір провідника;  $t$  - час проходження струму.

Якщо **провідники з'єднані паралельно**, то вони перебувають під однаковою напругою, у такому випадку  $Q$  зручно розраховувати за формулою:

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

Закон Джоуля-Ленца справедливий у межах застосовності закону Ома.



Емілій Ленц

### 3. Електронагрівальні пристрої

**Робота** всіх електричних нагрівників **ґрунтується на тепловій дії струму**: в таких пристроях енергія електричного струму перетворюється на внутрішню енергію нагрівника, який, у свою чергу, віддає енергію довкіллю шляхом теплопередачі.

**Основною частиною** будь-якого електронагрівника є **нагрівальний елемент** — провідник, який нагрівається в разі проходження струму. Нагрівальні елементи мають витримувати дуже високу температуру, тому їх виготовляють із тугоплавких матеріалів, тобто з матеріалів, що мають високу температуру плавлення. Щоб уникнути ураження струмом, нагрівальний елемент ізолюють від корпусу нагрівального пристрою.

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



### 4. Коротке замикання

Сила струму на будь-якій ділянці кола визначається за законом Ома. При заданій напрузі сила струму тим менша, чим більший опір ділянки і навпаки. Наприклад, опір звичайних лампочок розжарювання досить великий (сотні Ом), і тому сила струму в них дуже мала (порядку 0,1 А). Якщо ж замкнути провідники десь за межами лампочки, то отримаємо ділянку кола з дуже малим опором, а струм, який йтиме цією ділянкою буде дуже великим. Говорять, що в цьому випадку має місце коротке замикання.

**Коротке замикання** - це значне зростання сили струму (на декілька порядків) на деякій ділянці кола за рахунок малого її опору, в порівнянні зі струмами на інших ділянках кола.

**Коротке замикання** - це будь-яке замикання джерела струму на дуже малий опір.

Сили струму короткого замикання надзвичайно небезпечні через надмірний розігрів провідників, а також шкідливі для джерела струму.

Для захисту від струмів короткого замикання служать запобіжники. Є багато їх видів. Одними з них є плавкі запобіжники. В середині цих запобіжників містяться тонкі мідні чи свинцеві дротинки, які ввімкнені послідовно в коло і мають властивість плавитись (і таким чином розмикати коло), якщо сила струму в колі перевищує певне значення (на яке розраховане дане коло).



### 3. Вчимося розв'язувати задачі.

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

<i>Дано:</i> $t = 3600 \text{ с}$ $R = 10 \text{ Ом}$ $I = 10 \text{ А}$	<i>Розв'язання:</i> $Q = I^2 R t$ $Q = 10^2 \text{ А}^2 \cdot 10 \text{ Ом} \cdot 3600 \text{ с} = 36 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 36 \text{ кДж}$
$Q - ?$	

*Відповідь:*  $Q = 36 \text{ кДж}$

**Задача 2.** Яку корисну роботу виконає двигун електричного міксера за 2 хв, якщо за напруги 220 В сила струму в обмотці двигуна дорівнює 0,5 А? ККД становить 76 %.

<i>Дано:</i> $t = 120 \text{ с}$ $U = 220 \text{ В}$ $I = 0,5 \text{ А}$ $\eta = 0,76$	<i>Розв'язання:</i> $\eta = \frac{A_K}{A_3}$ $A_3 = U I t$ $\eta = \frac{A_K}{U I t}$ $A_K = \eta U I t$ $A_K = 0,76 \cdot 220 \text{ В} \cdot 0,5 \text{ А} \cdot 120 \text{ с} = 10032 \text{ Дж} \approx 10 \text{ кДж}$
$A_K - ?$	

*Відповідь:*  $A_K \approx 10 \text{ кДж}$

### 4. Запитання до уроку.

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?

### 5. Домашнє завдання.

**Вивчити** параграфи 34, 35; **виконати** вправу 34 (2, 4), 35 (2, 3)