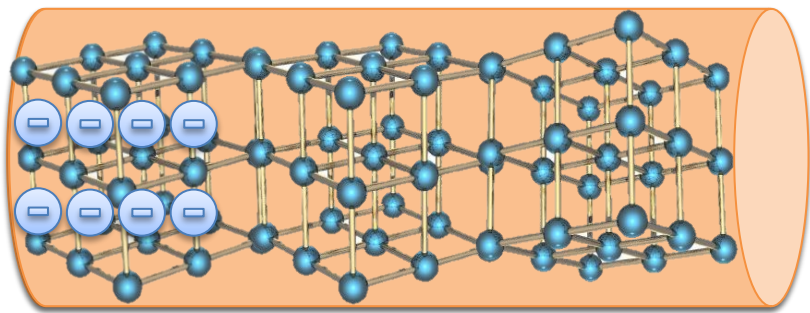


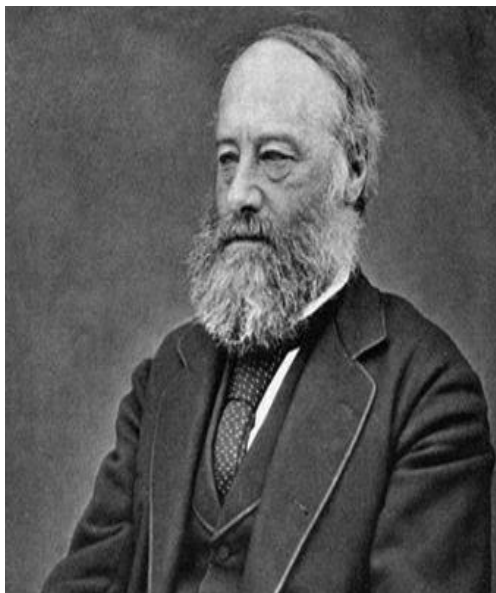
Нагревание проводников электрическим током. Закон Джоуля–Ленца

Причины нагрева



- Температура является мерой средней кинетической энергии молекул.
- Высокая температура — быстрое движение молекул.
- Низкая температура — медленное движение молекул

Закон Джоуля–Ленца



Джеймс Джоуль

1818 — 1889

$$Q = A$$

$$Q = I^2 R t$$



Эмилий Ленц

1804 — 1865

Нагревательные элементы

$$U = 220 = \text{const}$$



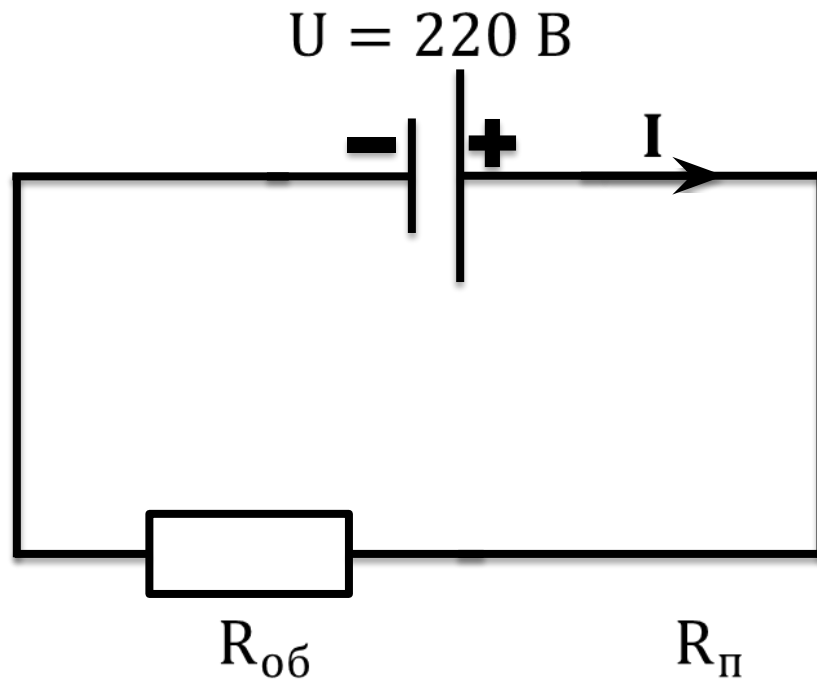
$$Q = I^2 R t$$

$$I \sim \frac{1}{R}$$

$$Q \sim I^2$$

$$Q \sim R$$

Обогреватель



$$I_{об} = I_{п}$$

Нужно, чтобы нагревательный элемент выделял **11 МДж** теплоты за **1 час**. Длина провода **2 м**, а площадь сечения **1 мм²**. Провод перегревается, если за час получает **72 кДж** теплоты. Какой длины должна быть нихромовая проволока с площадью сечения **1 мм²**?

Дано:

СИ

$Q_{об} = 11 \text{ МДж}$	$11 \times 10^6 \text{ Дж}$	$Q_{об} = 11 \text{ МДж} = 11 \times 10^6 \text{ Дж}$
$t = 1 \text{ ч}$	3600 с	
$l_{п} = 2 \text{ м}$		$Q_{п} = 72 \text{ кДж} = 72 \times 10^3 \text{ Дж}$
$Q_{п} = 72 \text{ кДж}$	$72 \times 10^3 \text{ Дж}$	$t = 1 \text{ ч} = 60 \text{ мин}$
$S_{п} = S_{пр} = 1 \text{ мм}^2$		$1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$
<hr/>		$t = 1 \text{ ч} = 60 \times 60 = 3600 \text{ с}$
$l_{пр} - ?$		

Нужно, чтобы нагревательный элемент выделял 11 МДж теплоты за 1 час. Длина провода 2 м, а площадь сечения 1 мм². Провод перегревается, если за час получает 72 кДж теплоты. Какой длины должна быть нихромовая проволока с площадью сечения 1 мм²?

Дано:

$$Q_{об} = 11 \times 10^6 \text{ Дж}$$

$$t = 3600 \text{ с}$$

$$l_{\Pi} = 2 \text{ м}$$

$$Q_{\Pi} = 72 \times 10^3 \text{ Дж}$$

$$S_{\Pi} = S_{\Pi\rho} = 1 \text{ мм}^2$$

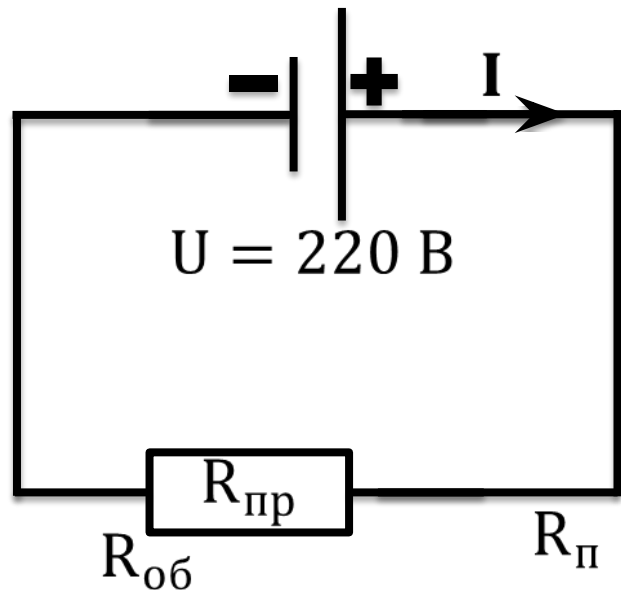
$$l_{\Pi\rho} - ?$$

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

$$\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \times \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$R_{\Pi} = \frac{0,017 \times 2}{1} =$$

$$= 0,034 \text{ Ом}$$



Нужно, чтобы нагревательный элемент выделял 11 МДж теплоты за 1 час. Длина провода 2 м, а площадь сечения 1 мм². Провод перегревается, если за час получает 72 кДж теплоты. Какой длины должна быть нихромовая проволока с площадью сечения 1 мм²?

Дано:

$$Q_{об} = 11 \times 10^6 \text{ Дж}$$

$$t = 3600 \text{ с}$$

$$l_{\pi} = 2 \text{ м}$$

$$Q_{\pi} = 72 \times 10^3 \text{ Дж}$$

$$S_{\pi} = S_{\pi\pi} = 1 \text{ мм}^2$$

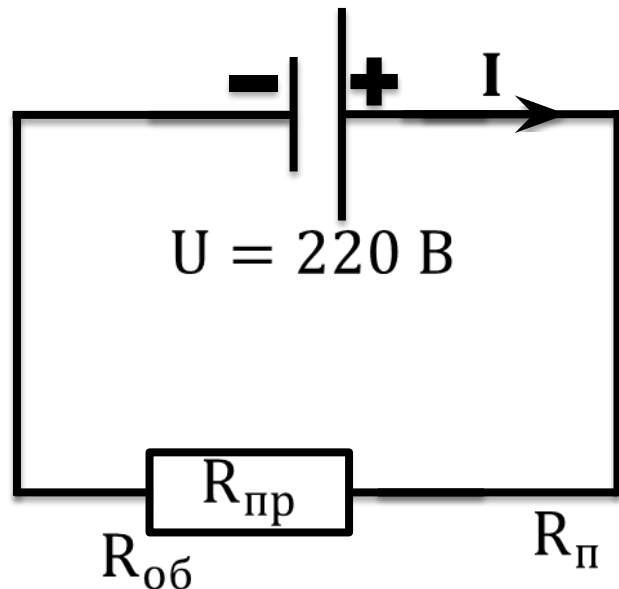
$$l_{\pi\pi} - ?$$

$$Q = I^2 R t$$

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

$$I = \sqrt{\frac{72 \times 10^3}{0,034 \times 3600}}$$

$$I = 24,25 \text{ А}$$



Нужно, чтобы нагревательный элемент выделял 11 МДж теплоты за 1 час. Длина провода 2 м, а площадь сечения 1 мм². Провод перегревается, если за час получает 72 кДж теплоты. Какой длины должна быть нихромовая проволока с площадью сечения 1 мм²?

Дано:

$$Q_{об} = 11 \times 10^6 \text{ Дж}$$

$$t = 3600 \text{ с}$$

$$l_{п} = 2 \text{ м}$$

$$Q_{п} = 72 \times 10^3 \text{ Дж}$$

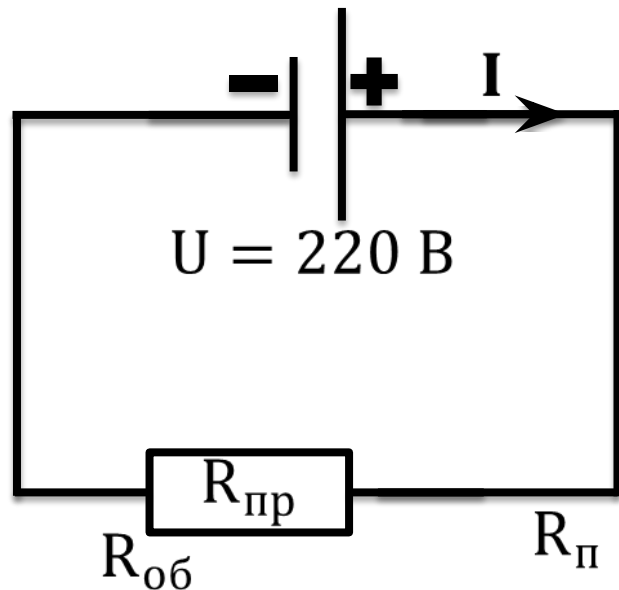
$$S_{п} = S_{пр} = 1 \text{ мм}^2$$

$$l_{пр} - ?$$

$$R_{пр} = \frac{Q_{об}}{I^2 t}$$

$$R_{пр} = \frac{11 \times 10^6}{24,25^2 \times 3600}$$

$$R_{пр} = 5,2 \text{ Ом}$$



Нужно, чтобы нагревательный элемент выделял 11 МДж теплоты за 1 час. Длина провода 2 м, а площадь сечения 1 мм². Провод перегревается, если за час получает 72 кДж теплоты. Какой длины должна быть нихромовая проволока с площадью сечения 1 мм²?

Дано:

$$Q_{об} = 11 \times 10^6 \text{ Дж}$$

$$t = 3600 \text{ с}$$

$$l_{п} = 2 \text{ м}$$

$$Q_{п} = 72 \times 10^3 \text{ Дж}$$

$$S_{п} = S_{пр} = 1 \text{ мм}^2$$

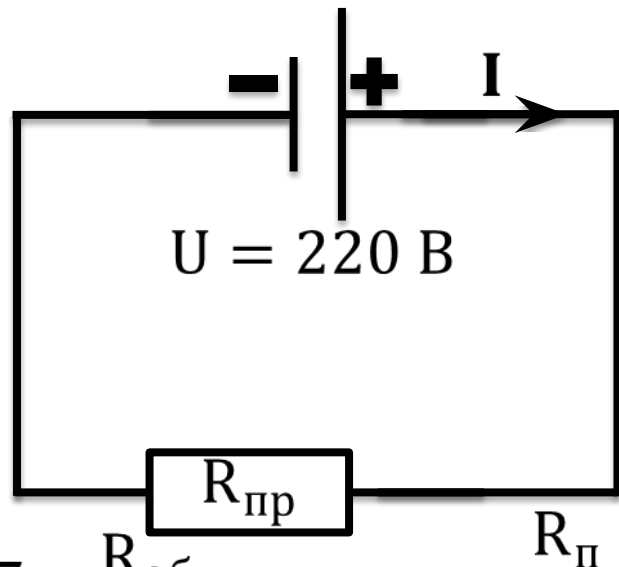
$$l_{пр} - ?$$

$$R_{пр} = \frac{\rho l_{пр}}{S_{пр}}$$

$$\rho = 1,1 \frac{\text{Ом} \times \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$R_{пр} S_{пр} = \rho l_{пр}$$

$$l = \frac{RS}{\rho} = \frac{5,2 \times 1}{1,1} = 4,7 \text{ м}$$



Спираль рефлектора, подключенного к стандартной розетке, за 2 часа выделила 8 МДж теплоты. Какова сила тока в этой спирали?

Дано:

СИ

$$Q = 8 \text{ МДж}$$

$$8 \times 10^6 \text{ Дж}$$

$$t = 2 \text{ ч}$$

$$7200 \text{ с}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$I - ?$$

$$Q = I^2 R t$$

$$t = 2 \text{ ч} = 3600 \times 2 = 7200 \text{ с}$$

$$Q = 8 \text{ МДж} = 8 \times 10^6 \text{ Дж}$$

$$P = \frac{Q}{t} \quad P = UI \Rightarrow \frac{Q}{t} = UI$$

$$I = \frac{Q}{Ut} = \frac{8 \times 10^6}{220 \times 7200} = 5,05 \text{ А}$$

Основные выводы

- В неподвижных проводниках, вся работа электрического тока идет на нагревание проводника.
- Количество теплоты, выделяемое проводником, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени.

$$Q = I^2 R t$$