

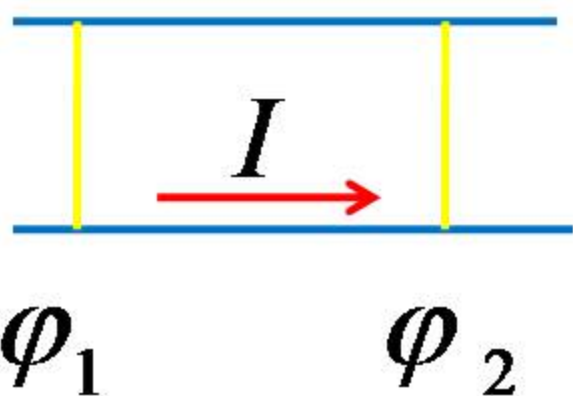
Мощность в цепи постоянного тока.

Лекция 8.

© С.А. Курашова, 2015

Тепловая мощность в интегральной форме

Рассмотрим проводник с током



$$dq = Idt$$

P - мощность

$$\partial A = dq(\varphi_1 - \varphi_2) = \underline{I(\varphi_1 - \varphi_2)dt}$$

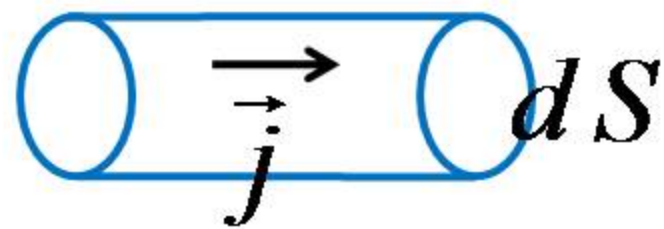
$$\partial A_{\text{сил поля}} = Pdt$$

Если проводник неподвижен и в нём нет химических превращений, эта энергия выделяется в виде тепла (при столкновении электронов с решёткой).

Тепловая мощность в интегральной форме для однородного участка цепи

$$P = I(\varphi_1 - \varphi_2) = RI^2$$

Тепловая мощность в дифференциальной форме



Площадка мала, тогда
 $j = \text{const}$

$$\begin{aligned}\partial Q &= R I^2 dt = \frac{\rho dl}{dS} (j dS)^2 dt = \\ &= \rho j^2 dV dt\end{aligned}$$

$$\dot{p} = \frac{\partial Q}{dV dt} = \rho j^2$$

\dot{p} - удельная
тепловая
мощность

Для однородного участка цепи.

Если силы только электростатические.

$$\dot{p} = \rho j^2 = jE = \sigma E^2$$

*так как по закону
Ома.*

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} = \frac{\vec{E}}{\rho}$$

$$[\dot{p}] = \frac{B m}{m^3}$$

Для неоднородного участка цепи.

по закону Ома электрическая мощность
равна.

$$P = I^2 R = (\varphi_1 - \varphi_2) I + \mathcal{E} I$$

Работа сил
электрического
поля.

Работа
сторонних
сил.

**Мощность тока на
рассматриваемом участке
цепи**

Для неоднородного участка цепи в дифференциальной форме.

по закону Ома.

$$\vec{j} = \sigma (\vec{E} + \vec{E}_{\text{стор}})$$

удельная тепловая мощность

$$\dot{p} = \rho j^2 = j(E + E_{\text{стор}})$$

Для замкнутой цепи.

$$\varphi_1 = \varphi_2$$

$$P = \mathcal{E}I$$

$$A_{\text{стор. сил}} = \mathcal{E}I dt = q\mathcal{E}$$

Тепловая энергия выделяется только за счёт работы сторонних сил, роль сил поля сводится только к перераспределению энергии по цепи.

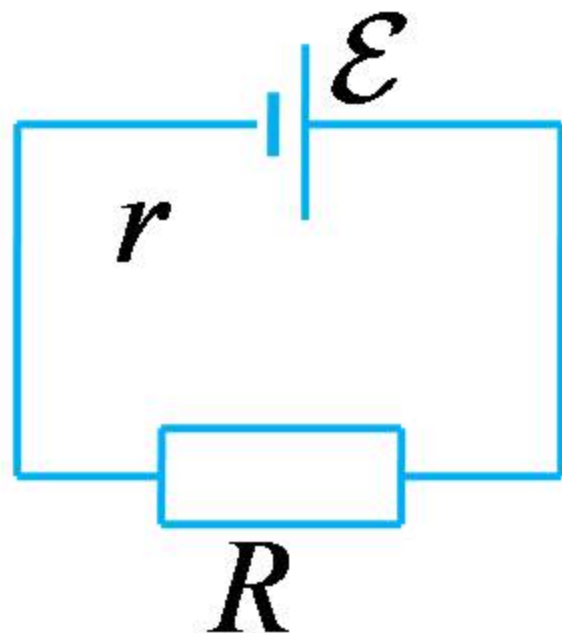
Пример 1.

При каком значении сопротивления нагрузки во внешней цепи источника выделяется максимальная мощность? Сопротивление источника равно r .

Решение.

Сила тока в цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$



Мощность, выделяющаяся на нагрузке,

$$P = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2}{(R + r)^2} R$$

Приравняем к нулю производную от P по R

$$\frac{1}{(R + r)^2} - 2 \frac{R}{(R + r)^3} = 0$$

$$R + r - 2R = 0$$

Ответ:

$$***R = r***$$

Пример 2.

При двух различных сопротивлениях нагрузки R_1 и R_2 во внешней цепи выделяется одинаковая мощность. Вычислите сопротивление источника.

Решение.

Мощность, выделяющаяся на нагрузке,

$$P = I_1^2 R_1 = I_2^2 R_2$$

$$\frac{\mathcal{E}^2}{(R_1 + r)^2} R_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{(R_2 + r)^2} R_2$$

$$(R_2 + r) \sqrt{R_1} = (R_1 + r) \sqrt{R_2}$$

Ответ:

$$r = \sqrt{R_1 R_2}$$