

## 16 въпрос. Електричен ток. Закон на Ом за част от веригата.

**Електричен ток** се нарича всяко насочено движение на електрични заряди. При това се има в предвид движение на зарядите в някаква среда, наречена **проводник**. Проводниците на електричен ток могат да бъдат всякакви среди – течности, твърди тела или газове.

В този раздел на физиката ние ще разглеждаме електричен ток в метали, тъй като те са най-добри проводници на тока. Високата електрична проводимост на металите се дължи на огромния брой носители на тока в тях (електроните на проводимост), който е от порядъка на  $10^{28}$  електрони в  $1 \text{ m}^3$ .

Когато към краищата на проводник се приложи постоянна потенциална разлика  $\Delta\varphi$ , то в него се създава електрично поле с интензитет  $\vec{E}$ , чиято посока е успоредна на страничната повърхност на проводника. В това поле на електроните ще действа електрична сила  $\vec{F}_{\text{ел}}$ , под действието на която те ще започнат да се движат насочено в посока противоположна на  $\vec{E}$ .

За количествена характеристика на електричния ток се въвежда величината **големина на тока**. Това е скаларна величина (  $I$  ), равна на отношението на безкрайно малкия заряд  $dq$ , преминал през напречното сечение на проводника за безкрайно малък интервал от време  $dt$ , към големината на този интервал:

$$I = \frac{dq}{dt}$$

В системата СИ единицата за големина на тока е ампер [A].

Ако големината на тока не се променя с времето, то

$$I = \frac{q}{t} = \text{const}$$

където  $q$  е заряда, преминал през напречното сечение на проводника за време  $t$ . Такъв ток се нарича **постоянен** (или **прав**) **ток**.

Въпреки че големината на тока е скаларна величина, във физиката и електротехниката се въвежда **условна положителна посока** на електричния ток – това е посоката на движение на положителните заряди.

Големината на тока е макроскопична величина, т.е. тя се отнася за проводника като цяло. За да можем да характеризираме посоката и големината на електричния ток във всяка отделна точка на проводника, т.е. потока на заряда през безкрайно малка площ от напречното сечение, се въвежда величината **плътност на електричния ток** – това е векторна величина  $\vec{j}$  с посока, съвпадаща с посоката на движение на положителен пробен заряд, разположен в разглежданата точка от проводника. Големината на вектора на плътността на тока се дава чрез израз

$$j = \frac{dI}{dS_{\perp}}$$

където  $dI$  е големината на тока през безкрайно малкия елемент  $dS_{\perp}$  от повърхност, перпендикулярна на посоката на движение на положителния заряд.

За постоянен електричен ток

$$j = \frac{I}{S_{\perp}}$$

В системата СИ единицата за плътност на тока е  $[A/m^2]$ .

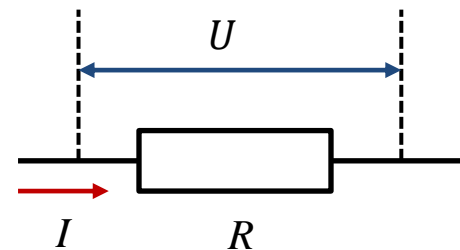
Немският физик Ом е установил опитно, че при увеличаване на потенциалната разлика в краищата на проводника се увеличава и големината на тока по него. При това отношението

$$R = \frac{\Delta\varphi}{I}$$

за даден проводник остава постоянна величина. Величината  $R$  се нарича *електрично съпротивление* (или само *съпротивление*) на проводника, а изразът (3) – *закон на Ом за част от електричната верига*.

В практиката обикновено се измерва напрежението  $U$  в двата края на проводника. Но  $|\Delta\varphi| = U$  и следователно закона на Ом може да се запише и чрез напрежението

$$R = \frac{U}{I}$$

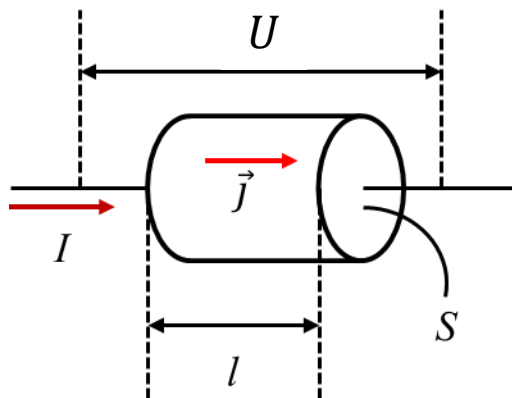


Опитно е показано, че съпротивлението на даден проводник зависи от неговите размери и от материала, от който е направен. Тази зависимост се дава с израз

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

където  $\rho$  е специфичното електрично съпротивление, характеризиращо материала, от който е направен проводника,  $l$  е дължината на проводника,  $S$  – неговото напречно сечение.

Законът на Ом може да се запише и в друга форма. Разглеждаме проводник с дължина  $l$  и напречно сечение  $S$ . Нека в двата края на проводника е приложено напрежение  $U$ . Но  $U = El$  и  $I = jS$ .



Заместваме двете равенства в закона на Ом

$$R = \frac{U}{I} = \frac{El}{jS} \quad \Rightarrow \quad j = \frac{El}{RS} = \sigma E$$

където

$$\sigma = \frac{l}{RS} = \frac{1}{\rho}$$

е *специфичната електрична проводимост* на проводника.

Този израз е в сила и във векторна форма

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

и се нарича *закон на Ом в диференциална форма*.

**Пример 1:** Колко електрона ще преминат през напречното сечение на проводник за 0,5 ns при големина на тока през проводника 64 mA?

Дадено:  $t = 0,5 \text{ ns} = 0,5 \times 10^{-9} \text{ s}$ ,  $I = 64 \text{ mA} = 64 \times 10^{-3} \text{ A}$

$N = ?$

Решение:  $q = It = 64 \times 10^{-3} \times 0,5 \times 10^{-9} = 32 \times 10^{-12} \text{ C}$

$$q = Ne \quad \text{Следователно} \quad N = \frac{q}{e} = \frac{32 \times 10^{-12}}{1,6 \times 10^{-19}} = 2 \times 10^8$$

**Пример 2:** На колко е равна големината на тока в проводник със специфично електрично съпротивление  $12 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ , ако дължината на проводника е 2 m, а напречното му сечение е  $1,5 \text{ mm}^2$ ? В краищата на проводника е подадено напрежение 24 mV.

Дадено:  $\rho = 12 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ,  $l = 2 \text{ m}$ ,  $S = 1,5 \text{ mm}^2 = 1,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

$U = 24 \text{ mV} = 24 \times 10^{-3} \text{ V}$

$I = ?$

Решение:  $I = \frac{U}{R}$

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad \text{Следователно} \quad I = \frac{U}{R} = \frac{US}{\rho l} = \frac{24 \times 10^{-3} \times 1,5 \times 10^{-6}}{12 \times 10^{-8} \times 2} = 0,15 \text{ A}$$