

# Електричен ток – големина, плътност и посока. Условия за протичане на постоянен електричен ток. Странични сили. Електродвижещо напрежение. Напрежение

## Електричен ток – големина, плътност и посока. Условия за протичане на постоянен електричен ток

Електричен ток наричаме всяко **насочено** движение на електрични заряди. В проводниците се осъществява насочено движение на свободни електрични заряди, което се нарича ток на проводимост – напр. в металните проводници това са свободните електрони, в електролитите са положителни и отрицателни йони, в газовете насочено се движат йони и електрони. Следователно, за да протича електричен ток трябва да има наличие на свободни заряди и причина, поради която тези заряди да се движат насочено (заредените частици, както и всички други частици, изграждащи веществото, се намират в непрекъснато движение (15 въпрос), но то е хаотично – топлинно движение).

Основните характеристики на електричния ток са посока, големина и плътност. За посока на електричния ток се приема посоката, в която се движат положителните електрични заряди. В металните проводници се движат електрони, които имат отрицателен заряд и следователно се движат в посока, обратна на посоката на тока. Големината на тока  $I$  е скаларна физична величина, която се определя от количеството електричен заряд  $dq$ , преминаващо през сечението на даден проводник за единица време:

$$(1) I = \frac{dq}{dt}.$$

Мерната единица за големина на тока ампер [A] е една от основните единици в система SI. От (1) можем да изразим и мерната единица за електричен заряд кулон [C] чрез основните единици в SI –  $1C=1A.1s$ .

Понякога е удобно да използваме векторна величина за описание на електричния ток. Затова за характеризиране на електричния ток се въвежда още величината **плътност на тока**  $\vec{j}$  – векторна физична величина, която се определя от големината на тока, преминаващ през единица площ от напречното сечение  $S$  на даден проводник. Големината на  $\vec{j}$  се определя от:

$$(2) j = \frac{dI}{dS},$$

а посоката на вектора  $\vec{j}$  съвпада с посоката на тока. Мерната единица за плътност на тока е ампер на квадратен метър [ $A/m^2$ ].

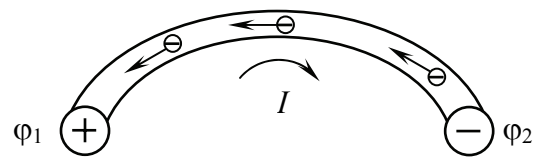
В този раздел ще разглеждаме само постоянен електричен ток. Ако големината и посоката на тока с течение на времето се запазват постоянни, токът се нарича постоянен. Тогава (1) и (2) могат да се запишат:

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

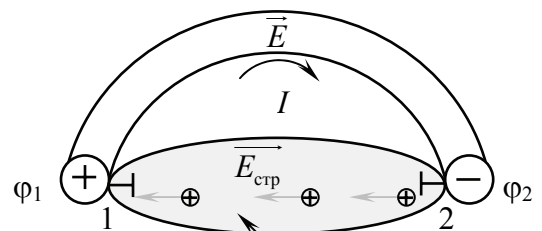
и

$$j = \frac{I}{S}, I = jS.$$

Нека сега да определим какви условия трябва да са изпълнени за да протича постоянен електричен ток в един проводник. Ако имаме две заредени с противоположни заряди тела (фиг. 1) и ги свържем с метален проводник, през него ще протече ток. Електроните в проводника ще се придвижат в посока на положително зареденото тяло, но токът няма да е постоянен – големината му ще намалява до изравняване на потенциалите на двете заредени тела и тогава токът ще се прекрати. Следователно, трябва да осигурим постоянна потенциална разлика между краищата на проводника, т.е. да осигурим постоянен интензитет на полето вътре в проводника (връзката между потенциала и интензитета, 25 въпрос). За да се запази тази потенциална разлика при постоянен интензитет трябва да преместваме обратно зарядите (ще приемем за опростяване на разглеждането, че те са положителни, за да съвпадат посоката на движението им и посоката на тока) в началното им положение, в противен случай те ще се натрупват върху едното тяло. Следователно веригата трябва да бъде затворена (фиг. 2). Това обаче не е достатъчно за да преместим зарядите – те не могат да се движат



фиг. 1



Източник на електрична енергия

фиг. 2

в посока обратна на полето само под действие на електростатичните сили т.е. в част от веригата трябва да действат и други, неелектростатични сили. Те трябва да извършват работа против електростатичните сили – да движат положителните заряди към положителния полюс, а следователно да внасят допълнителна енергия. Т.е. между точките **1** и **2** трябва да има включен източник на електрична енергия. Така получаваме трите условия за протичане на постоянен ток:

- интензитетът  $\vec{E}$  на полето в проводника трябва да бъде различен от нула и постоянен с течение на времето;
- веригата на постоянния електричен ток трябва да бъде затворена;
- в някой участък от затворената верига на свободните електрични заряди, освен кулоновите (електростатичните) сили, е необходимо да действат и други, неелектростатични сили, които се наричат странични.

### Странични сили. Електродвижещо напрежение. Напрежение

Ще разгледаме по-подробно страничните сили и начинът, по който те осъществяват протичането на постоянен ток. Както казахме по-горе страничните сили могат да се създават чрез източници на електрична енергия (гальванични елементи, акумулатори, генератори и др.). Тъй като те действат на електричните заряди можем да предположим, че те също създават някакво електрично поле (неелектростатично) и можем да въведем характеристика на това поле – интензитет на полето на страничните сили  $\vec{E}_{\text{стр}}$ . Следователно, страничните сили са сили с неелектростатичен произход, които създават електрично поле и пренасят заряд в източника на електрична енергия в посока, обратна на посоката на електростатичното поле. Тогава големината на страничните сили ще се дава със зависимост, подобна на тази, която получихме за Кулоновите (електростатични) сили ( $\vec{F} = q\vec{E}$ , 23 въпрос):

$$\vec{F}_{\text{стр}} = q\vec{E}_{\text{стр}}.$$

Работата на електростатичните сили за пренасяне на единица положителен заряд между две точки от полето е равна на взетата със знак минус разлика между потенциалите на двете точки (25 въпрос):

$$\frac{A}{q} = \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{r} = -(\varphi_2 - \varphi_1) = -\Delta\varphi_{12}.$$

Нека да пресметнем работата на страничните сили вътре в източника (фиг. 2) за пренасяне на положителния електричен заряд  $q$ :

$$dA_{\text{стр}} = \vec{F}_{\text{стр}} \cdot d\vec{r} = q\vec{E}_{\text{стр}} \cdot d\vec{r}$$

$$A_{\text{стр}} = \int_2^1 dA_{\text{стр}} = q \int_2^1 \vec{E}_{\text{стр}} \cdot d\vec{r}$$

$$\frac{A_{\text{стр}}}{q} = \int_2^1 \vec{E}_{\text{стр}} \cdot d\vec{r} = \varepsilon_{12}.$$

Величината  $\varepsilon_{12}$  се нарича електродвижещо напрежение (ЕДН) на източника и представлява работата, извършена от страничните сили, за пренасяне на единица положителен заряд вътре в източника на електрична енергия. Затова тези източници се наричат също и източници на ЕДН. Вижда се, че мерната единица за ЕДН е същата както за потенциална разлика и потенциал – волт [V].

Ако в някакъв участък 1–2 от електрична верига действат и Кулонови и странични сили, общата работа  $A_{12}$  за пренасяне на единица положителен заряд от т. 1 до т. 2 ще бъде сума от работите, извършени от двата вида сили:

$$\frac{A_{12}}{q} = \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{r} + \int_1^2 \vec{E}_{\text{стр}} \cdot d\vec{r} = -\Delta\varphi_{12} + \varepsilon_{12} = U_{12}$$

Величината  $U_{12}$ , която се определя от общата работа на Кулоновите и страничните сили за пренасяне на единица положителен заряд от т. 1 до т. 2 се нарича напрежение (или пад на напрежението) между точките 1 и 2. Понятието напрежение е обобщение на понятието потенциална разлика. Ако в дадения участък 1–2 от електричната верига няма включено електродвижещо напрежение ( $\varepsilon_{12}=0$ ), напрежението  $U_{12}$  в краищата му е равно на взетата със знак минус разлика от потенциалите в точките 1 и 2:

$$U_{12} = -\Delta\varphi_{12} = -(\varphi_2 - \varphi_1) = \varphi_1 - \varphi_2.$$

Мерната единица за напрежение също е волт [V].