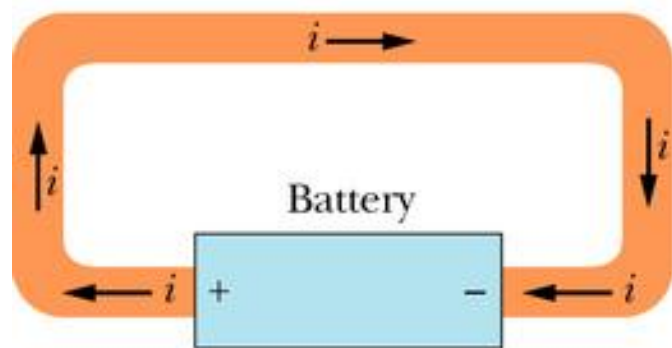


Električne struje. Jačina struje

Usmereno kretanje naelektrisanja pod dejstvom stalnog električnog polja.



(a)



(b)

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

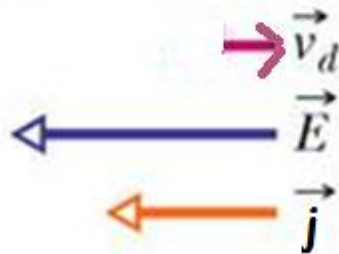
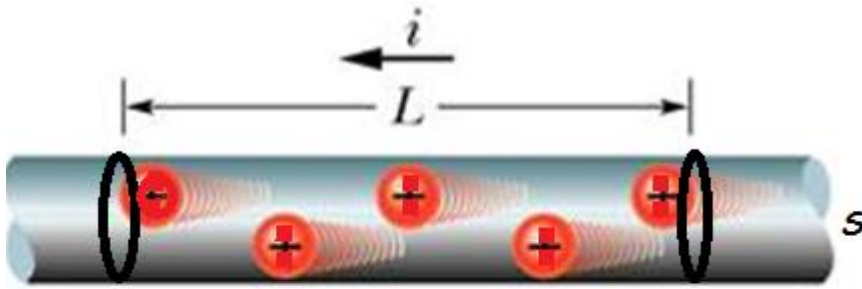
$$i = \frac{q}{t}$$

$$q = \int dq = \int_0^t i dt,$$

1 ampere = 1 A = 1 coulomb per second = 1 C / s.

Gustina struje

$$\vec{j} = \frac{di}{ds} \vec{n}_0$$



$$j = \frac{i}{s}$$

$$i = \int \vec{j} d\vec{s}$$

$$L = \bar{v} dt$$

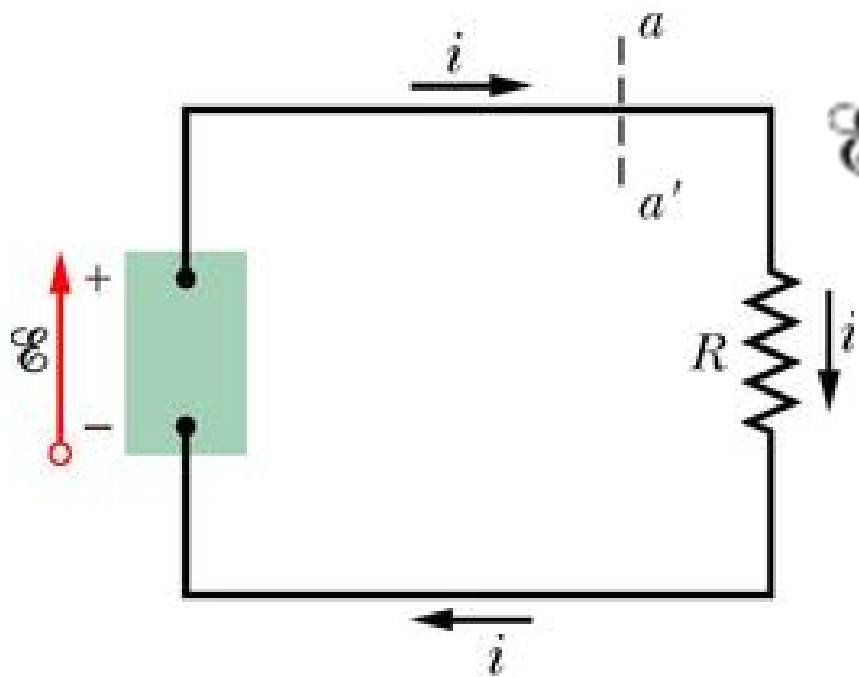
$$dq = nes\bar{v} dt$$

$$i = \frac{dq}{dt} = nes\bar{v}$$

$$j = \frac{i}{s} = ne\bar{v}$$

$$\vec{j} = -ne\vec{v}$$

Elektromotorna sila



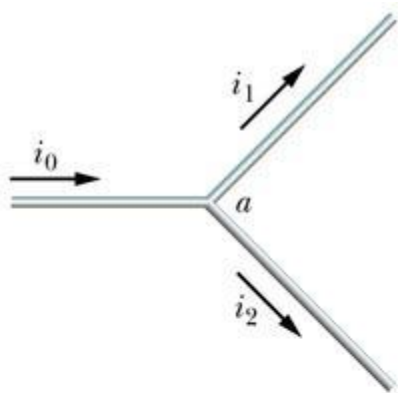
$$\mathcal{E} = \frac{dA}{dq} \quad (\text{definition of } \mathcal{E})$$

$$\mathcal{E} = \frac{dA}{dq} = \frac{Vdq}{dq} = V$$

$$P = \frac{dA}{dt} = \mathcal{E} \frac{dq}{dt} = \mathcal{E}i$$

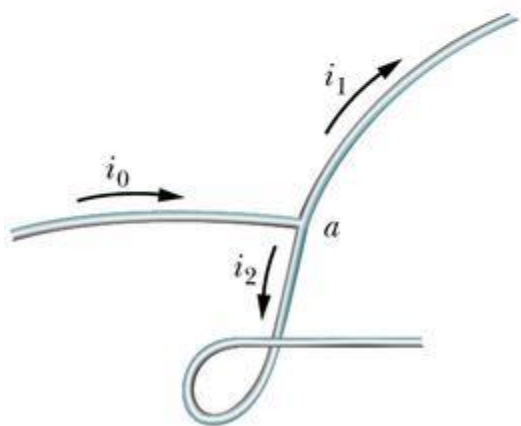
Jedinica za EMS je volt (V).

Smer električne struje



(a)

$$i_0 = i_1 + i_2.$$



(b)

Smer struje je smer kojim bi se kretala pozitivna naelektrisanja.

Omov zakon - mikroskopski prilaz

$$E = \frac{\Delta V}{\Delta l}$$

Električno polje u provodniku.

$$\bar{v} = \mu E$$

μ je pokretljivost nosilaca naelektrisanja.

$F = qE \Rightarrow a = \frac{qE}{m}$ Nosioc naelektrisanja se do i -tog sudara kreće slobodno i za vreme t_i dobija konačnu brzinu v_i :

$$v_i = at_i = \frac{qE}{m} t_i$$

Srednja brzina nosioca naelektrisanja:

$$\bar{v}_i = \frac{1}{2} (v_0 + v_i) = \frac{qE}{2m} t_i, \text{ jer je } v_0 = 0$$

nastavak

Brzina drifta se dobija kada se srednja brzina usredniji na svih n sudara koji se dogode naelektrisanju u provodniku:

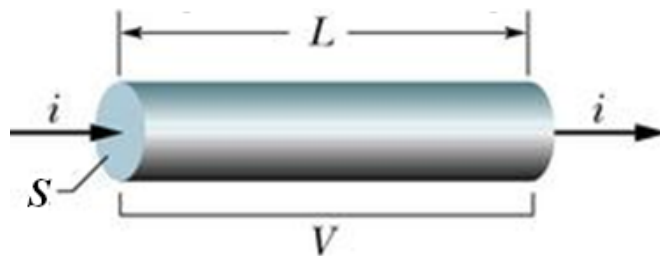
$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{v}_i = \frac{qE}{2m} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i = \frac{qt_c}{2m} E \Rightarrow \mu = \frac{qt_c}{2m}$$

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} = nqs\bar{v} = nq\mu s \frac{\Delta V}{\Delta l} = \sigma s \frac{\Delta V}{\Delta l}$$

$$\Delta V = i \frac{\Delta l}{\sigma s} \Rightarrow V = \sum \Delta V = \sum_{\Delta l} i \frac{\Delta l}{\sigma s}$$

$$V = \int_0^l i \frac{dl}{\sigma s} = i \int_0^l \rho \frac{1}{s} dl \Rightarrow V = Ri$$

$$R = \int_0^l \frac{\rho}{s} dl = \rho \frac{l}{s}$$

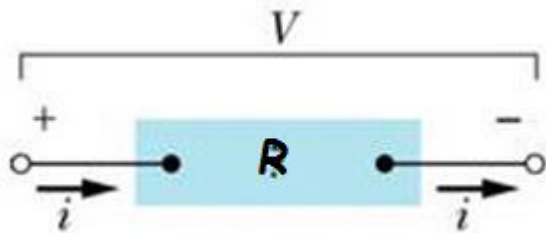


σ je specifična provodnost materijala, a ρ je specifična otpornost.

Ukupna razlika potencijala na krajevima provodnika dobija se sumiranjem napona po svim elementima provodnika.

R je električna otpornost ili otpor provodnika.

Omov zakon-nastavak



$$V = Ri$$

Razlika potencijala, napon V , na krajevima jednog provodnika srazmerna je jačini struje i koja kroz taj provodnik protiče.

Koeficijent srazmernosti R , naziva se električni otpor provodnika.

$$R = \frac{V}{i}$$

Jedinica za R u
SI je:

$$1 \text{ ohm} = 1 \Omega = 1 \text{ volt per ampere} = 1 \text{ V / A.}$$

Električna otpornost i električna provodnost otpornika

$$\sigma = \frac{j}{E} \quad \vec{j} = \sigma \vec{E} \quad \text{Jednačina provodljivosti}$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \Rightarrow \rho = \frac{E}{j}$$

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

Jedinica provodnosti je simens po metru S/m. [1S=1A/V= Ω^{-1}].
Jedinica specifične otpornosti je om puta metar Ωm .

nastavak

Ako u jednačini provodljivosti umesto polja uvedemo gradijent potencijala, a gustinu struje zamenimo sa $j=i/s$ i kako je $i=dq/dt$, dobijamo izraz:

$$\frac{dq}{dt} = -\sigma s \frac{dV}{dx}$$

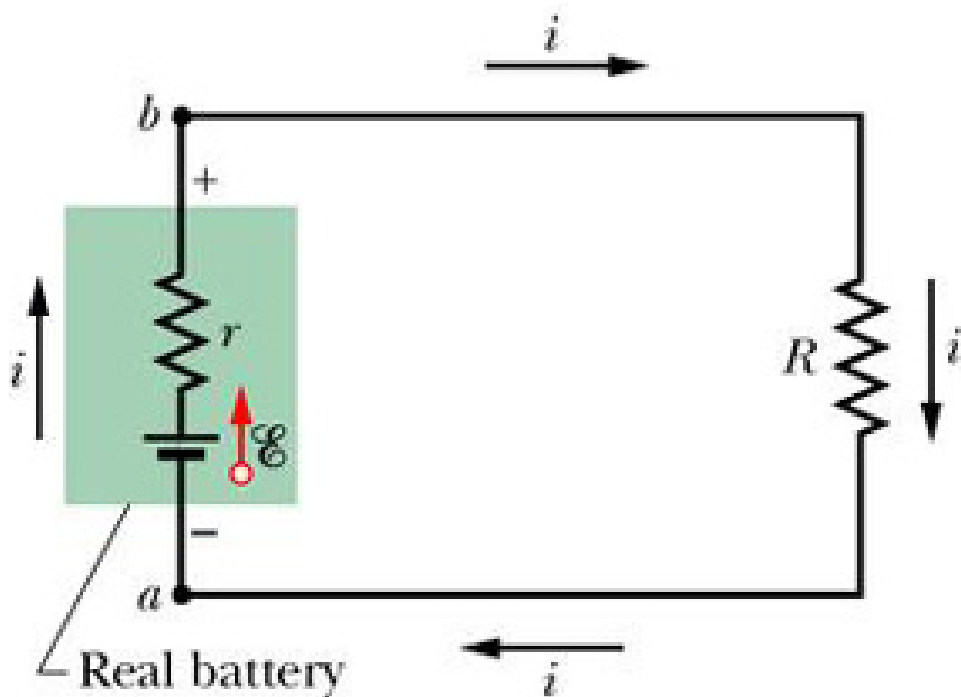
Možemo napraviti analogiju sa jednačinom provodjenja toplote:

$$\frac{dQ}{dt} = -k s \frac{dT}{dx}$$

Na datoj temperaturi odnos $k/\sigma = \text{const.}$

Napon generatora u nerazgranatom stujnom kolu

$$\varepsilon = iR + ir = i(R + r)$$

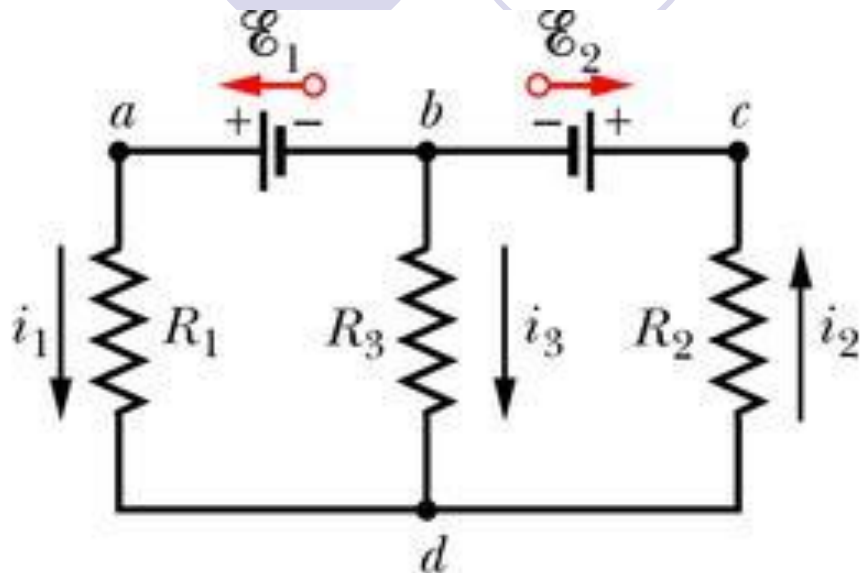


$$i = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

$$iR = \varepsilon - ir$$

$$V_b - V_a = \varepsilon - ir$$

Kirhofova pravila



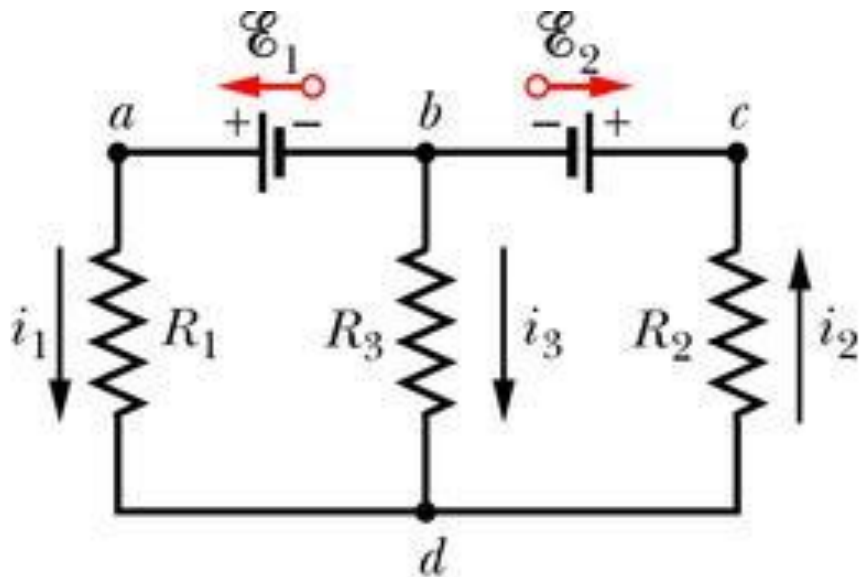
Čvor je mesto gde se spajaju dve ili više struja. Kontura je niz redno vezanih elemenata u kojoj je kraj poslednjeg vezan za početak prvog elementa. Grana je deo konture između dva susedna čvora.

I Kirhofovo pravilo glasi: Algebarski zbir jačina struja u granama datog čvora jednak je nuli.

$$\sum_{i=1}^n i_i = 0$$

II Kirhofovo pravilo glasi: Algebarski zbir promena potencijala (napona) po jednoj zatvorenoj konturi jednak je nuli.

Rešavanje složenog strujnog kola



$$i_1 + i_3 = i_2.$$

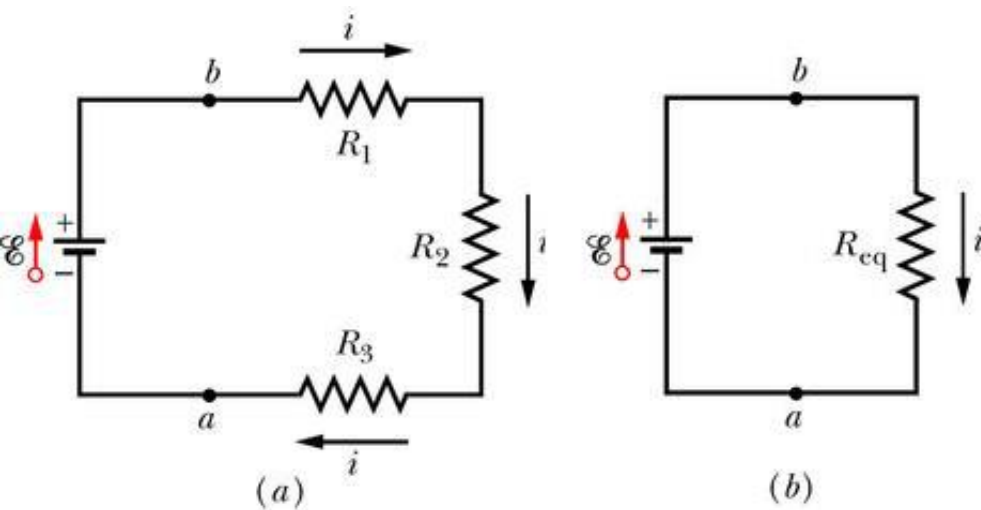
$$\mathcal{E}_1 - i_1 R_1 + i_3 R_3 = 0.$$

$$-i_3 R_3 - i_2 R_2 - \mathcal{E}_2 = 0.$$

$$\mathcal{E}_1 - i_1 R_1 - i_2 R_2 - \mathcal{E}_2 = 0.$$

Redna veza otpornika

$$\mathcal{E} - iR_1 - iR_2 - iR_3 = 0,$$



$$i = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + R_3}.$$

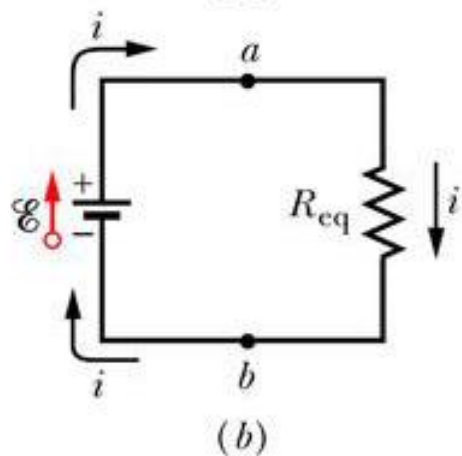
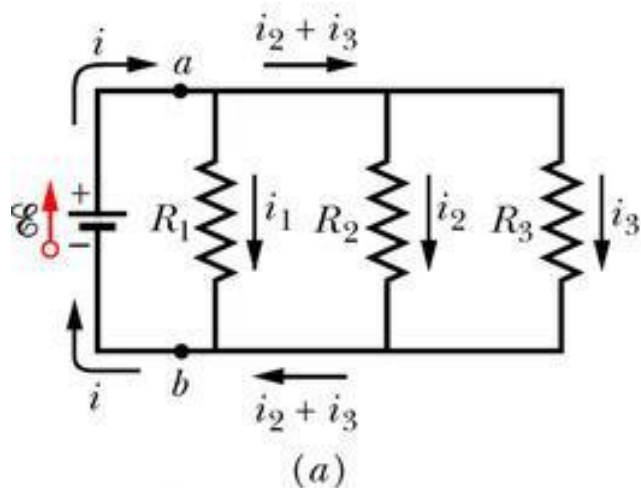
$$\mathcal{E} - iR_{\text{eq}} = 0,$$

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{eq}}}.$$

$$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + R_3.$$

$$R_{\text{eq}} = \sum_{j=1}^n R_j \quad (n \text{ resistances in series}).$$

Paralelna veza otpornika



$$i = i_1 + i_2 + i_3 = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right).$$

$$i = \frac{V}{R_{eq}}.$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}.$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j} \quad (n \text{ resistances in parallel}).$$

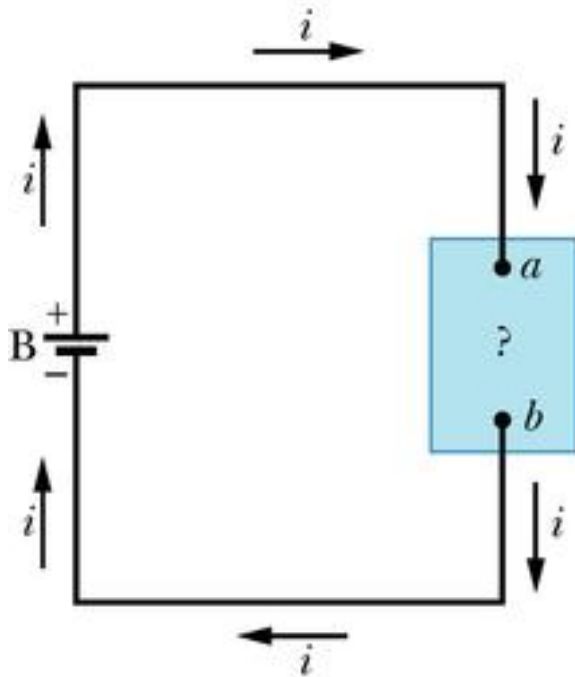
$$i_1 R_1 = i_2 R_2 = i_3 R_3$$

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Rad, snaga i toplotno dejstvo električne struje

$$dA = Vdq = Vidt$$

$$A = Vit \text{ ili } A = \int_0^t Vidt$$



$$P = \frac{dA}{dt} = Vi$$

$$1 \text{ V} \cdot \text{A} = (1 \text{ J/V}) (1 \text{ C}) = 1 \text{ J} = 1 \text{ W}$$

$$P = i^2 R \quad P = \frac{V^2}{R}$$

Razvijena toplota u jedinici vremena. Predstavlja Džul-Lencov zakon.

$$\frac{dQ}{dt} = Ri^2 = \frac{V^2}{R} \Rightarrow Q = Ri^2 t = \frac{V^2}{R} t$$