



OSNOVE ELEKTROTEHNIKE

1. Osnovni električki koncepti



© Sveučilište u Zagrebu · Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za osnove elektrotehnike i električka mjerenja

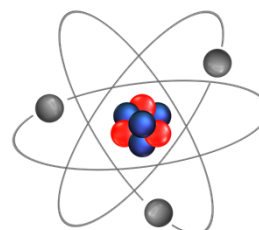


Ovo djelo je dano na korištenje pod licencom [Creative Commons Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 3.0 Hrvatska](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/hr/).



Električni naboj

- **električni naboj** je temeljno svojstvo čestica koje se manifestira **pojavom elektromagnetske interakcije**
- sve tvari sastoje se od atoma
 - jezgra s protonima (**pozitivan naboj**) i neutronima (**električki neutralni**)
 - električni omotač u kojem se nalaze elektroni (**negativan naboj**)



Električni naboj (2)

- za električni naboj koristimo simbol Q ili q
(prema engleskom "*quantity of electricity*" tj. "količina elektriciteta")
- prema SI sustavu (standardni sustav mjernih jedinica), mjerna jedinica električnog naboja jest **kulon** (prema fizičaru *Coulombu*)

$$[q] = \text{C}$$

- primjerice, naboj protona odnosno elektrona (tzv. "elementarni naboj") iznosi:

$$q_p = -q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

Električna struja

- **Jakost električne struje** je veličina koja je jednaka **količini naboja koja u jedinici vremena prođe presjekom vodiča**

$$i(t) = \frac{dq}{dt} \quad , \text{ odnosno } \quad q(t) = \int_{-\infty}^t i(t') dt'$$

gdje je i odabrani simbol (od francuskog "*intensité de courant*", tj. "intenzitet strujanja")

- mjerna jedinica za struju je **amper** (prema fizičaru Ampèru)

$$[i] = \text{A}; [q] = \text{C} = \text{As}$$

Smjer električne struje

- do 1897. (otkriće elektrona) istraživanja elektriciteta zasnivala su se na pretpostavci da je električna struja rezultat gibanja *pozitivnih naboja*
- danas je poznato da električna struja nastaje kao rezultat gibanja *negativnih naboja*, no gornja konvencija se zadržala i do danas
- konvencije zapravo nisu suprotstavljene, struja određenog iznosa u jednom smjeru istovjetna je struji suprotnog iznosa u suprotnom smjeru

$$\begin{array}{c} 2 \text{ A} \\ \longrightarrow \end{array} \quad \equiv \quad \begin{array}{c} -2 \text{ A} \\ \longleftarrow \end{array}$$

Istosmjerna i izmjenična struja

- struju koja ima konstantni iznos u vremenu zvat ćemo **istosmjernom strujom** (engl. *direct current* tj. DC)
 - nominalno, istosmjerna struja znači "struja koja zadržava isti smjer", no mi ćemo po konvenciji ovim terminom zvati struju koja ima ne samo konstantni smjer, već i iznos
 - primjer – standardna AAA baterija će za konstantno opterećenje davati približno konstantnu struju kroz krug dok god u sebi ima dovoljno reaktanta
- ako se iznos i smjer struje mijenja u vremenu pričamo o **izmjeničnoj struji** (engl. *alternating current* tj. AC)
 - primjer – struja kod korištenja standardne gradske električne mreže



Naboj i energija

- kretanje naboja rezultira prijenosom energije
 - električna energija nam je posebno interesantna zbog svoje karakteristike da se lako prenosi preko velikih udaljenosti te lako pretvara u neki drugi oblik energije (mehanička, toplinska, svjetlosna itd.)
- za energiju koristimo simbol W , a SI mjerna jedinica jest **džul** (prema fizičaru *Jouleu*)

$$[w] = \text{J}$$

- koncept električne energije možemo si približiti analogijom s gravitacijskom silom i potencijalnom energijom (podizanje tereta na visinu = razdvajanje naboja u strujnom krugu) – u tu je svrhu potrebno uložiti rad (simbol A od njemačkog „*Arbeit*”; SI mjerna jedinica također džul)

Električni potencijal

- električni potencijal opisuje električnu potencijalnu energiju nabijene čestice u električnom polju
- za električni potencijal koristimo simbol φ , a SI mjerna jedinica jest **volt** (prema fizičaru *Volti*)

$$[\varphi] = \text{V}$$

- električni potencijal φ nabijene čestice q koja se nalazi u električnom polju i ima električnu potencijalnu energiju W_{EP} jest:

$$\varphi = \frac{W_{EP}}{q}$$

Električni napon

- **električni napon** je fizikalna veličina kojom povezujemo pojam električne energije i električnog naboja:

Električni napon opisuje koliko energije je potrebno uložiti za pomicanje naboja između dvije točke električnog kruga.

- za napon koristimo simbol u (od njemačkog „*Unterschied*“ – razlika), a SI mjerna jedinica jest **volt**, kao i za električni potencijal

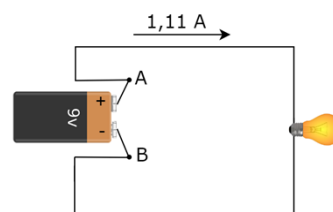
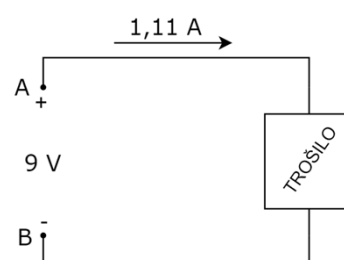
$$u_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = \frac{W_{EP(A)}}{q} - \frac{W_{EP(B)}}{q} = \frac{\Delta W_{EP(AB)}}{q}$$



$$u = \frac{dw}{dq}$$

Električni napon u strujnom krugu

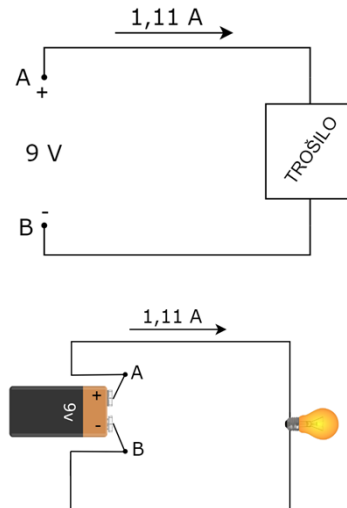
- u strujnom krugu simbolima "+" i "-" označavamo mjesta više, odnosno niže električne potencijalne energije
- naboj teži prelasku iz točke višeg u točku nižeg potencijala



Električna snaga

- pitanje: možemo li doznati koliko se energije troši na trošilu sa slike, ako su nam poznati samo iznosi struje i napona?
- pokušajmo izvesti formulu izmjene energije u jedinici vremena:

$$\frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = u(t) \cdot i(t)$$



Električna snaga (2)

- izmjenu energije u vremenu zovemo **električnom snagom**, za koju koristimo simbol p (od engl. "power") i pripadnu mjernu jedinicu **vat** (simbol W)

$$p = u(t) \cdot i(t) = \frac{dw(t)}{dt}$$

$$[p] = W$$

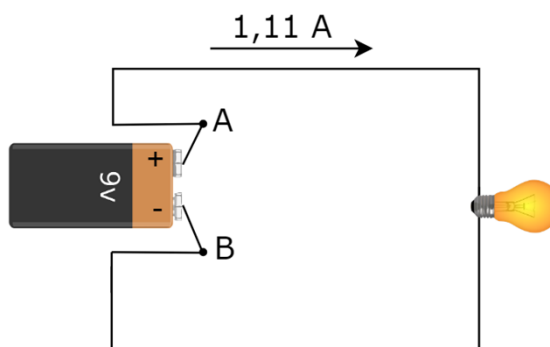
- ako se sada vratimo na formulu za izračun električne energije, dobivamo sljedeću formulu:

$$w(t) = \int_{-\infty}^t p(t') dt' = \int_{-\infty}^t u(t') i(t') dt'$$

Primjer

Odgovorite:

- a) kolika snaga se troši na žaruljici?
- b) ako imamo žarulju snage 10 W, koliko energije se potroši u periodu od 1 sata?



Rješenje

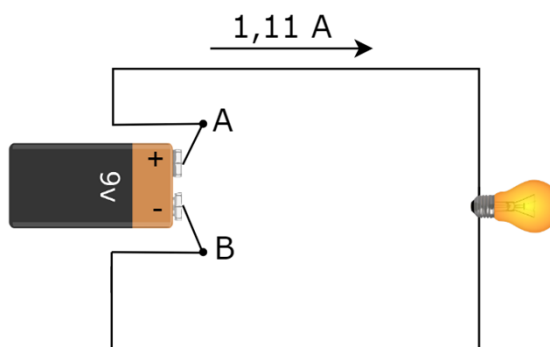
Odgovorite:

- a) kolika snaga se troši na žaruljici?

$$U = 9\text{V}$$

$$I = 1,11\text{A}$$

$$P = U \cdot I = 9 \cdot 1,11 = 9,99\text{W}$$



Rješenje

Odgovorite:

- b) ako imamo žarulju snage 10 W, koliko energije se potroši u periodu od 1 sata?

$$P = 10\text{W}$$

$$T = 1\text{h} = 3600\text{s}$$

$$W = P \cdot T = 10 \cdot 3600 = 36\text{kJ}$$

