

8. razred - Struja zadatci s rješenjima

Duje Jerić- Miloš

27. svibnja 2024.

Prisjetimo se formula koje ćemo koristiti u naastavku:

1. Definicija struje: $I = \frac{q}{t}$
2. Definicija napona : $V = \frac{W}{q}$
3. Definicija snage: $P = \frac{W}{t}$
4. Snaga u strujnom krugu: $P = U \cdot I$
5. Ohmov zakon: $I = \frac{V}{R}$

Zadatak 1. Bateriju kolike voltaže treba spojiti na žarulju otpora 50Ω da bi kroz nju potekla struja od $0.24A$?

Rješenje. Otpor žarulje je $R = 50\Omega$, a poznajemo i struju kroz žarulju $I = 0.24A$. Voltaža je, naravno, dana Ohmovim zakonom: $I = \frac{V}{R}$ pa $V = IR$. Dakle, voltaža je:

$$V = IR = 0.24A \cdot 50\Omega = 12V$$

□

Zadatak 2. Ako smo spojili otpornik od 20Ω na bateriju od $5V$, kolika će struja proteći otpornikom?

Rješenje. Ponovno Ohmov zakon. U ovom slučaju je struja davana izrazom $I = \frac{V}{R}$. Dakle:

$$I = \frac{5V}{20\Omega} = \frac{1}{4}A.$$

□

Zadatak 3. Struja jačine 0.24A protječe kroz žarulju 48h. Koliko je naboja prošlo kroz žarulju za to vrijeme?

Rješenje. Dana je struja (ista kao i u prvom zadatku) $I = 0.24\text{A}$. Znamo da ako 1A protječe 1s, onda je ukupno proteklo 1C naboja. Općenito struja definirana izrazom $I = \frac{q}{t}$ pa je naboj dan izrazom $q = I \cdot t$. Ne bismo li dobili naboj u coulombima, moramo vrijeme izraziti u sekundama ($1\text{C}=1\text{A} \cdot 1\text{s}$). Po tom pitanju imamo: $t = 48\text{h} = 48 \cdot 3600\text{s} = 172\,800\text{s}$. Zaključujemo da:

$$q = I \cdot t = 0.24\text{A} \cdot 172\,800\text{s} = 41472\text{C}.$$

□

Zadatak 4. Televizor snage 200W je spojen na napon gradske mreže (230V). Kolika će struja poteći strujnim krugom?

Rješenje. Izraz koji veže napon (V), struju (I) i snagu (P) je $P = V \cdot I$. Kako nas zanima struja, imamo $I = \frac{P}{V}$ (jasno, ako je za dani napon snaga veća, morala je veća struja prolaziti kroz taj uređaj pa je snaga u brojniku). Dakle:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{200\text{W}}{230\text{V}} = \frac{200}{230}\text{A} = 0.87\text{A}$$

□

Zadatak 5. Ako smo za prijenos 200C naboja kroz žarulju utrošili 2.7kJ energije, koliki je napon na krajevima te žarulje?

Rješenje. Kada prenosimo naboj kroz strujni krug, napon je definiran kao obavljeni rad (dok prenosimo taj naboj) po jedinici prenesenog naboja. Prijetimo se, ako je naboj koji prenosimo veći i obavljeni rad je veći, stoga da bismo izbjegli ovisnost o količini naboja koji prenosimo - i tako dobili nešto karakteristično za strujni krug - dijelimo te dvije veličine. Matematički, $V = \frac{W}{q}$. U našem slučaju, $W = 27\text{kJ} = 2700\text{J}$, a $q = 200\text{C}$. Konačno, napon je:

$$V = \frac{W}{q} = \frac{2700\text{J}}{200\text{C}} = 13.5\text{V}$$

□

Zadatak 6. TV snage 200W je spojen na napon gradske mreže (230V). Ako je TV bio uključen 24h, koliko je naboja proteklo kroz strujni krug u C. Izračunaj koliko je to elektrona ako je naboj jednog elektrona $1.6 \cdot 10^{-19}\text{C}$.

Rješenje. U ovom zadatku tražimo količinu prenesenog naboja. U 3. zadatku ste vidjeli kako iz struje i vremena dobiti količinu naboja koji je prošao kroz strujni krug (čisto po definiciji struje). Dakle, ukoliko se domognemo struje, zadatak je praktički riješen. Struju pak lagano dobijemo iz izraza za snagu $P = V \cdot I$. Onda (kao i u 4 zadatku) imamo:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{200\text{W}}{230\text{V}} = 0.87\text{A}.$$

Sada imamo struju i koliko dugo je ta struja tekla strujnim krugom $t = 24\text{h} = 24 \cdot 3600\text{s} = 86400\text{s}$. Količina naboja je dakle dana s:

$$q = I \cdot t = 0.87\text{A} \cdot 86400\text{s} = 75168\text{C}.$$

Ovo je količina naboja u coulombima. Ukoliko bi, npr. elektron bio naboja 2C . to bi značilo da je kroz strujni krug prošlo $75168/2 = 37584$ elektrona. Općenito broj elektrona (N) koji je prošao kroz strujni krug pronađemo tako da podijelimo ukupni naboj (q) što je prošao kroz strujni krug s nabojem svakog elektrona u coulombima (e).

$$N = \frac{q}{e} = \frac{75168\text{C}}{1.6 \cdot 10^{-19}\text{C}} = \frac{75168}{1.6} \cdot 10^{19} = 46980 \cdot 10^{19} = 4.698 \cdot 10^{23} = \text{puno elektrona}$$

Valjalo bi se prisjetiti da je ovdje $10^{-19} = \frac{1}{10^{19}}$ = jako mali broj. Isto tako $\frac{1}{10^{-19}} = 10^{19}$ = jako veliki broj (1 s 19 nula). Ovo znači da:

$$\frac{75168}{1.6 \cdot 10^{-19}} = \frac{75168}{1.6} \cdot \frac{1}{10^{-19}} = \frac{75168}{1.6} \cdot 10^{19} = \text{jako veliki broj}.$$

□

Zadatak 7. Bojler snage 1000W je uključen na napon gradske mreže u Hrv. (230V). Ako bojler radi 2h dnevno koliko će naboja proteći kroz grijač bojlera za mjesec dana (uzmi da mjesec ima 30 dana)?

Rješenje. Snaga bojlera je $P = 1000\text{W}$ i spojen je na napon gradske mreže $V = 230\text{V}$. Iz ovoga se odmah može iščitati struja. Potom se traži količina naboja koja je protekla kroz bojler (u coulombima), što dobijemo tako da struju (izraženu u amperima) pomnožimo s vremenom (koliko dugo je bojler bio upaljen izraženo u sekundama). Ponovno kao i u prethodnom zadatku:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1000\text{W}}{230\text{V}} = 4.35\text{A}.$$

Bojler je taj mjesec ukupno bio upaljen $t = 2\text{h} \cdot 30 = 60\text{h}$. U sekundama je ovo pak $t = 60 \cdot 3600\text{s} = 216000\text{s}$.

Sada je naboj koji je prošao kroz bojler dan s:

$$q = I \cdot t = 4.35\text{A} \cdot 216000\text{s} = 939600\text{C}.$$

□

Zadatak 8. Serijski ste spojili žarulje otpora 10Ω i 100Ω na bateriju napona 12V . Kolika će struja proteći strujnim krugom.

Rješenje. Serijskim spajanjem žarulja (ili općenito otpornika bilo kakve vrste), dobijemo strujni krug koji možemo razmatrati kao strujni krug s JEDNIM otpornikom većeg "ukupnog" otpora. U našem slučaju to znači da ta dva otpornika možemo zamijeniti s jednim otporikom otpora 110Ω . Valjalo bi se prisjetiti da je taj ukupni otpor za serijski spojene otpornike dan formulom $R = R_1 + R_2$, gdje su R_1 i R_2 otpori dvaju serijski spojenih otpornika. U serijskom spoju otpor raste jer elektroni (nosioci nabija u strujnom krugu) moraju proći i kroz jedan i kroz drugi otpornik pa je to kao da imamo jedan "duži" otpornik (a otpor s duljinom otpornika l raste linearno: $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$).

Konačno, struja koja prolazi kroz strujni krug je

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12\text{V}}{110\Omega} = 0.11\text{A}.$$

□

Zadatak 9. Paralelno ste spojili otpornike od 5Ω i 100Ω na bateriju napona 12V . Kolika će struja proteći kroz bateriju.

Rješenje. Paralelnim spajanjem žarulja (ili općenito otpornika bilo kakve vrste), dobijemo strujni krug koji opet možemo razmatrati kao strujni krug s JEDNIM otpornikom, ali ovog puta manjeg "ukupnog" otpora. Valjalo bi se prisjetiti da je taj ukupni otpor za paralelno spojene otpornike dan formulom

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

Drugim riječima, ukupni otpor je "harmonijska sredina" otpora paralelno spojenih otpornika. Eksplicitno, $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$. Valja znati sljedeću činjenicu o harmonijskoj sredini: harmonijska sredina $\frac{xy}{x+y}$ brojeva x i y je uvijek manja i od x i od y . Dakle, ukupni otpor je uvijek manji za paralelni spoj pa je struja (kroz bateriju) veća. Naravno, u paralelnom spoju imamo grane kroz koje struja prolazi i u tim granama struja može biti manja (u odnosu na struju koju bismo imali prije nego smo dodali paralelno jednu žarulju).

Ovu matematičku činjenicu o harmonijskoj sredini bismo zapravo, obratno mogli "dokazati" fizikom - i to na sljedeći način. Ako je otpor jednog paralelno spojenog otpornika jaaaako velik, to je kao da smo napravili prekid u strujnom krugu (kroz tu granu struja neće prolaziti). Dakle, zapravo imamo istu struju koja prolazi kroz prvi otpornik i zanemarivo malo struje odlazi na granu tog velikog otpornika. Dakle, ukupna struja koja prolazi kroz bateriju se nije promijenila. Kada su pak oba otpornika relativno razumnih otpora (tako da neka struja prolazi i kroz jednu granu i kroz drugu granu), onda ukupna struja će biti veća jer optimalnije možemo prenijeti naboj: dozvoljavamo dvije putanje kroz koji naboj, tj. struja može proteći. Ovo je kao da imamo širu žicu (a otpor pada kako je šica veće širine, tj. većeg poprečnog presjeka A : $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$).

U svakom slučaju, zadatak je sada lagano riješiti:

Ukupni otpor je $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5 \cdot 100}{5 + 100} = \frac{500}{105} = 4.76\Omega$. Primijetimo da je ovaj otpor zaista manji od otpora obaju otpornika koje smo paralelno spojili.

Struja kroz bateriju (kroz glavnu granu, tj. ukupna struja) je sada:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12V}{4.76\Omega} = 2.52A.$$

□

Zadatak 10. Imate dvije identične žarulje nepoznatog otpora. Priključili ste jednu na bateriju napona 5V te ste izmjerili struju od 0.5A. Kolika će struja proteći kroz strujni krug ako te dvije žarulje spojimo serijski na istu bateriju. Hoće li svaka žarulja svijetliti jednako jako?

Rješenje. Imamo dvije identične žarulje, stoga su obje žarulje istog otpora. Moramo se domoći otpora jedne žarulje. To možemo jer nam je zadano koliko na 5V prolazi struje kroz žarulju. Struja je dana izrazom $I = \frac{V}{R}$, dakle otpor je $R = \frac{V}{I}$ (ako na danom naponu prolazi više struje otpor mora biti manji - zato je struja u nazivniku). Konačno, imamo:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{5\text{V}}{0.5\text{A}} = 10\Omega.$$

Sada je lagano izračunati ukupni otpor u serijskom spoju tih dviju žarulja.

$$R = R_1 + R_2 = 10\Omega + 10\Omega = 20\Omega.$$

Sada, za kraj, imamo ukupni otpor te imamo voltažu baterije $V = 5\text{V}$, stoga je lagano izračunati struju koja prolazi strujnim krugom koristeći Ohmov zakon (a brojevi su isti kao i u 2. zadatku):

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5\text{V}}{20\Omega} = \frac{1}{4}\text{A}.$$

□