

Općinsko natjecanje iz fizike, 2022.

Rješenja i smjernice za bodovanje – 3. skupina

Zadatak 1 (13 bodova)

Duljina žica je $L = 250$ m a njihova međusobna udaljenost $l = 5$ m. Da bismo dobili silu među žicama potrebno je prvo pronaći struju koja prolazi kroz svaku žicu. S obzirom da žice opskrbljuju tvornicu definirane snage, svaka od žica dostavlja polovicu ukupne snage tvornice. Da bi izračunali struju kroz svaku žicu koristimo se formulom za snagu električne energije: **(2 boda)**

$$P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U}$$

Uvrštavanjem napona $U = 220$ kV i **polovine** snage $P = 50$ MW, dobivamo struju $I = 227$ A. **(3 boda)**

Za pogrešno izračunatu $I = 454.54$ A dodjeljuje se samo jedan bod.

Za izračunati silu među žicama može se izračunati magnetsko polje prve žice na mjestu druge žice: **(1 bod)**

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi l}$$

i sila na drugu žicu zbog magnetskog polja prve žice: **(1 bod)**

$$F_2 = B_1 I_2 L$$

Kombinacijom te dvije jednačbe dobijemo konačnu jednačbu (6 bodova ako se odmah dođe do tog izraza) **(2 boda)**

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi r}$$

Uvrštavanjem svih veličina ukupni iznos sile je $F = 0.515$ N. **(2 boda)**
Smjer sile je u smjeru druge žice, tj. žice se privlače jer njima prolazi struja u istom smjeru. **(2 boda)**

Zadatak 2 (12 bodova)

Uteg na opruzi se ponaša kao harmonički oscilator. **(1 bod)**
Iz podatka mase i konstante opruge možemo izračunati period gibanja: **(1 bod)**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

što daje $T = 1.62$ s. **(2 boda)**
Možemo odrediti ravnotežni položaj utega x_r tako da izjednačimo gravitacijsku silu sa silom opruge:

$$mg = kx_r \Rightarrow x_r = \frac{mg}{k}$$

što daje $x_r = 0.654$ m. **(2 boda)**
Vidimo da u početku uteg miruje na udaljenosti $x_0 = 1$ m, što znači da je opruga rastegnuta za $\Delta x = x_0 - x_r = 0.346$ m. **(2 boda)**

Kada pustimo uteg, njegova amplituda će biti upravo ta početna rastegnutos Δx .
(1 bod)

Najveći položaj x_{\max} je upravo $x_0 = 1$ m. (1 bod)

Najmanji položaj je $x_{\min} = x_r - \Delta x = 0.308$ m. (1 bod)

Uteg se giba kroz vrijeme po kosinusnoj krivulji, iz čega se može zaključiti da će mu do ravnotežnog položaja trebati $t = T/4 = 0.405$ s. (1 bod)

Zadatak 3 (7 bodova)

Proton bi zbog gravitacijske sile počeo padati prema žici, no magnetska sila kojom žica djeluje na proton ga drži u ravnini. (1 bod)

Struja stvara magnetsko polje na udaljenosti d od žice iznosa: (2 boda)

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

Magnetska sila je istog iznosa kao i sila gravitacije na proton: (1 bod)

$$qvB = mg$$

Uvrštavanjem dolazimo do izraza: (1 bod)

$$d = \frac{qv\mu_0 I}{2\pi mg}$$

Rješenje je $d = 16.2$ cm. (2 boda)

Zadatak 4 (8 bodova)

Sila na žicu kojom teče struja postoji samo u dijelu u kojem postoji magnetsko polje. Od cijelog kvadrata u magnetskom polju su samo dva dijela duljine $a/2$. (2 boda)
Sila svakog dijela dana je s:

$$F = BIl = BI\frac{a}{2}$$

i iznosi $F = 4.375$ N. Ukupna sila koja djeluje na strujnu petlju dana je vektorskim zbrajanjem dvaju sila, kao na slici. Iznos ukupne sile je: (2 boda)

$$F_u = \sqrt{2}F = 6.19 \text{ N}$$

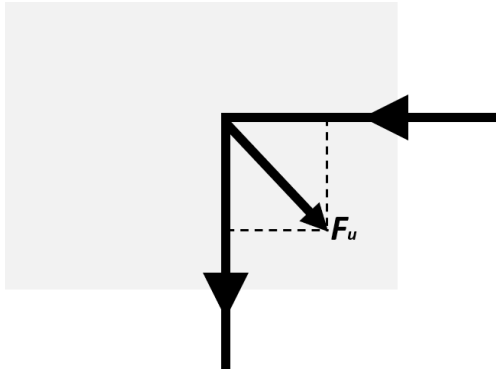
Smjer sile ucrtan je na slici: (2 boda)

Sila koja djeluje na izvor magnetskog polja je dana trećim Newtonovim zakonom, istog iznosa i suprotnog smjera. (2 boda)

Zadatak 5 (10 bodova)

Elektron u magnetskom polju pod utjecajem je Lorentzove sile (2 boda)

$$F = qvB$$



Smjer te sile je okomit na smjer gibanja elektrona, zbog čega se elektron giba po kružnici. Lorentzova sila je u ovom slučaju centripetalna sila, pa iz toga nalazimo radijus: **(2 boda)**

$$F = qvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{qB}$$

Promjer putanje elektrona iznosi $2r = 114 \mu\text{m}$. **(2 boda)**

Da bi elektron došao na isto mjesto mora proći cijeli opseg kruga. Uz poznatu brzinu elektrona, dobijemo ukupno vrijeme: **(2 boda)**

$$t = \frac{s}{v} = \frac{2\pi r}{v}$$

Elektronu treba $t = 0.357 \text{ ns}$ da dođe ponovno na isto mjesto. **(2 boda)**