Srednje škole – 3. skupina

1. zadatak (8 bodova)

Elektron se giba u magnetskom polju jakosti H = 1000 A/m po kružnoj putanji. Koliko vremena je potrebno da elektron prevali ukupan put od 10 punih kružnica? ($e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $m = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m)

2. zadatak (10 bodova)

Na bateriju napona 12V su paralelno spojena dva vodiča istog profila i od istog materijala. Duljina jednog je 1 m, a drugog 2m. Ukupan otpor spoja je 9 Ω. Vodiči se nalaze u homogenom magnetskom polju indukcije 1 T. Koliko energije treba uložiti da bi se vodič duljine 2m pomaknuo za 0.5 m u smjeru okomitom na magnetsko polje? (1 eV = 1.6×10^{-19} J, masa protona je 1.67×10^{-27} kg, naboj je 1.6×10^{-19} C,).

3. zadatak (12 bodova)

Proton se ubrza nekom razlikom potencijala i ulijeće u homogeno magnetsko polje okomito na njegove silnice. Nakon ulijetanja, počinje se gibati po kružnici polumjera 20 cm. Po kojem bi se polumjeru gibao da je ubrzan dvostruko većom razlikom potencijala?

4. zadatak (10 bodova)

Kvadratni okvir opsega 1 m nalazi se u homogenom magnetskom polju indukcije B = 0,5 T. Da li se inducira veći napon u okviru ako okviru tijekom 0,25 s damo kružni oblik ili oblik istostraničnog trokuta? Koliki je iznos većeg induciranog napona? Okvir se nalazi u zraku.

5. zadatak (10 bodova)

Matematičko njihalo duljine 1m nalazi se u dizalu i slobodno titra. Dizalo se počne ubrzavati prema gore ubrzanjem $5 m/s^2$? Koliko bi se trebala promijeniti duljina njihala kako bi mu period ostao isti?

Srednje škole – 3. skupina
Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak (8 bodova)
Lorentzova sila djeluje kao centripetalna sila:

$$m\frac{v^2}{r} = evB$$ **[2 boda]**

Zapisano pomoću zadanih podataka, to postaje:

$$m\frac{v^2}{r} = ev\mu_0 H\ ,$$ **[1 bod]**

Kraćenjem brzine s obje strane:

$$m\frac{v}{r} = e\mu_0 H$$ **[1 bod]**

Iz toga slijedi jednakost za brzinu:

$$v = \frac{re\mu_0 H}{m}$$ **[1 bod]**

Brzina je stalnog iznosa pa elektron u jednakim vremenskim intervalima prevali jednake putove. **[1 bod]** Ukupan put s = $20r\pi$ prevali nakon:

$$t = \frac{20r\pi}{v} = \frac{20r\pi m}{re\mu_0 H} = 20\frac{\pi m}{e\mu_0 H}$$ **[2 boda]**

2. zadatak (10 bodova)
Obzirom da su vodiči od istog materijala, imaju istu otpornost. Nadalje, kako imaju isti profil, tj. Presjek, slijedi da je otpor svakog od njih proporcionalan sa duljinom iz:

$$R = \rho\frac{l}{S}$$ **[2 boda]**

Stoga, ako je drugi vodič dva puta duži, imat će 2 puta veći otpor. Otpori vodiča su tada 3 Ω i 6 Ω. **[1 bod]**. Kroz vodič otpora 6 Ω teče struja iznosa:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12V}{6\Omega} = 2A$$ **[3 boda]**

Na vodič u magnetskom polju djeluje Ampereova sila:

$$F = BIl = 4N$$ **[2 boda]**

Da bi se vodič pomaknu za 0.5m, treba uložiti rad potreban za svladavanje te sile:

$$W = Fs = 2J$$ **[2 bod]**

3. zadatak (12 bodova)
Iz zakona očuvanja energije slijedi da je kinetička energija protona jednaka:

$$\frac{mv^2}{2} = eU$$ **[2 boda]**

Slijedi da je brzina jednaka:

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$ **[1 boda]**

Sila koja djeluje na proton je Lorentzova sila i ona djeluje kao centripetalna sila:

$$F = evB = m\frac{v^2}{r}$$ **[2 boda]**

Stoga je polumjer po kojem se giba proton jednak:

$$r = \frac{mv}{eB} = \frac{m}{eB}\sqrt{\frac{2eU}{m}} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{e}}\,.$$ **[2 boda]**

Označi li se polumjer gibanja za U_1 sa r_1 ,a onaj za U_2 sa r_2 , tad za njihov omjer vrijedi:

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU_2}{e}} / \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU_1}{e}} = \sqrt{\frac{U_2}{U_1}}$$ **[3 boda]**

Napokon, ako se uzme u obzir da je U_2 jednak za $2U_1$ slijedi da je:

$$\frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{2U_1}{U_1}} = \sqrt{2}$$ **[1 bod]**

Konačno, polumjer r_2 jednak je r_1 * 1,414 = 28,28cm. **[1 bod]**

4. zadatak (10 bodova)

Inducirani napon jednak je promjeni toka kroz petlju. Kako je magnetsko polje stalno, do promjene toka dolazi zbog promjene površine petlje. **[1 bod]**. To slijedi iz:

$$U = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B\Delta S}{\Delta t}$$ **[1 bod]**

Treba naći površine zadanih petlji da bi se vidjelo kad je inducirani napon veći. Iz opsega kvadrata može se dobiti ukupna duljina petlje i površina kvadrata:

$$s = O = 1m$$ **[1 bod]**

$$a = s/4 = 0{,}25m \qquad S_{kvadrat} = a^2 = 0{,}0625m^2$$ **[1 bod]**

Iz duljine žice može se odrediti površina kružnice. Duljina žice jednaka je opsegu kružnice.

$$r = s/2\pi = 0{,}159m \qquad S_{kružnica} = r^2\pi = 0{,}0796m^2$$ **[2 bod]**

Isto vrijedi i za trokut:

$$a = s/3 = 0{,}33m \qquad S_{trokut} = \frac{a^2\sqrt{3}}{4} = 0{,}0472m^2$$ **[2 bod]**

Promjena površine je u dva slučaja dana s:

$$\Delta S_{kv-kr} = 0{,}017m^2 \qquad \Delta S_{kv-tr} = 0{,}015m^2$$ **[1 bod]**

Kako je promjena veća prilikom mijenjanja oblika u krug, tad je onda i inducirani napon veći. Iznos napona jednak je:

$$U = -\frac{B\Delta S}{\Delta t} = 0{,}034V$$ **[1 bod]**

5. zadatak (10 bodova)
Period njihala jednak je

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 1{,}98s$$ **[1 bod]**

Kad se njihalo ubrzava prema gore, period se promijeni na

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$$ **[2 boda]**

Ako se promijeni i duljina njihala, tad je period jednak

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l+\Delta l}{g+a}}$$ **[2 boda]**

Uvjet zadatka nalaže da dva perioda budu ista, tj:

$$2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l+\Delta l}{g+a}}$$ **[3 boda]**

Izjednačavanjem slijedi da je:

$$\Delta l = l\frac{a}{g} = 0{,}5m$$ **[2 boda]**