

6. Harjutustund

Ülesanne 9.4 (Õpikust lk. 316)

Elektron ($e = -1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9,10956 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) liigub ühtlase kiirusega $\mathbf{v} = 4,5 \cdot 10^7 \mathbf{a}_y \text{ m/s}$ pikki y -telge. Jõudes koordinaatsüsteemi alguspunkti satub ta ühtlasesse magnetvälja magnetvoo tihedusega $\mathbf{B} = 2,5 \mathbf{a}_z \text{ mT}$ ja püsib selles kuni $y = 2,5 \text{ cm}$. Kui me eeldame (üsna headel alustel) et kogu magnetväljas oleku ajal püsib elektron ikka y teljel, siis leia tema x - ja z -koordinaadi väärtused kohas, kus $y = 50 \text{ cm}$.

Ülesannet võib lahendada ka ilma eelduseta, et elektron ei lahku magnetväljas kulgedes y -teljelt.

Ülesande lahendamiseks on vaja:

- Teada Lorentz'i jõu avaldist magnetväljas $\mathbf{F} = Q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$.
- Teada ühtlaselt kiirenevat liikumist kirjeldavaid avaldiseid

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2};$$

$$v = v_0 + at.$$

- Newtoni teist seadust $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.
- Kasulik on teada tsentrifugaaljõu avaldist

$$F = \frac{mv^2}{r}.$$

- Samuti on hea teada ringjoone avaldist $(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = r^2$.

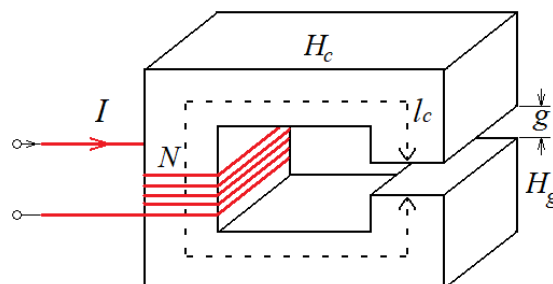
Ülesanne 9.16 (Õpikust lk. 317)

Lähtume lihtsustatud aatomimudelilt ja eeldame, et elektron tiirleb ringsagedusega ω ümber positiivselt laetud aatomituuma ringikujulisel orbiidil raadiusega a . Näita, et

- sellisel juhul on aatomi magnetiline dipoolmoment $ea^2\omega/2$;
- elektroni orbiidi tasandiga paralleelne magnetväli tekitab jõumomendi $ea^2\omega B/2$.
- Tasakaalustades Coloumbi- ja tsentrifugaaljõu näita, et elektroni nurksagedus ω orbiidil on $(4\pi\epsilon_0 m_e a^3 / e^2)^{-1/2}$.
- Leia kõigi kolme suuruse arvuline väärtus vesiniku aatomi jaoks, mille korral on $a = 6 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ magnetvoo tiheduse $B = 0,5 \text{ T}$ juures.

Ülesanne

Õhupiluga magnetahela ülesanne: Südamiku kogu pikkus $l_c = 0,132 \text{ m}$, õhupilu pikkus $l_g = 1 \text{ mm}$, südamiku külgede pikkused $1,5 \times 1 \text{ cm}$. Südamiku suhteline magnetiline läbitavus $\mu_r = 4000$ (elektrotehniline teras), pooli keerdude arv $N = 800$, voolutugevus $I = 30 \text{ mA}$. Leida: Ahela kogu reluktants $\mathcal{R}$, magnetvoog Φ , magnetvoo tiheduse $\mathbf{B}$ ja magnetvälja tugevused $\mathbf{H}$ nii südamikus kui õhupilus.



Joonis 6.1 Magnetahela skemaatiline joonis

Ülesanne

Magnetvoog Φ vooluga silindris, solenoidi induktiivsus L .

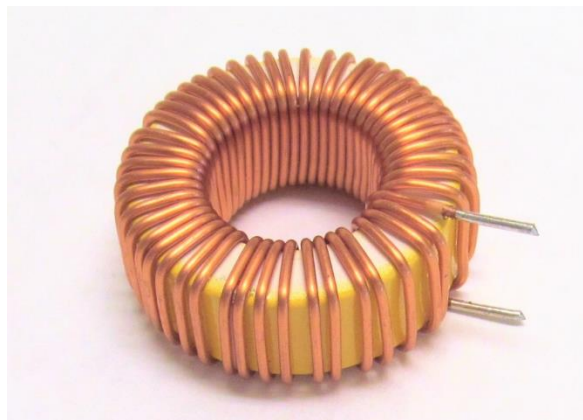
1,5 cm läbimõõduga õhksüdamikuga poolil on 800 keerdu 0,1mm läbimõõduga traati. Kõik keerud on ühes kihis tihedalt teineteise vastas. Kui suur on sellise pooli induktiivsus L ? Kui suur on aheldusvoog poolis kui mähist läbib alalisvool tugevusega 0,6 A?

Ülesande lahendamiseks on:

- Vaja teada vooluga silindri magnetvälja tugevust. Viimane sai leitud viienda harjutustunni käigus (ülesanne 8.13). Teame sellest, et kui pikki pinda voolab elektrivool ühtlase pindtihedusega $\mathbf{K} = K_a \mathbf{a}_\phi$ A/m, siis $H_z = K_a$ kui $\rho < a$. Kõikjal mujal on magnetvälja tugevus null, samuti puuduvad väljal muud komponendid.

Ülesanne 9.38 (Õpikust lk 321)

Rõngassüdamikul on ristküliku kujuline ristlõige mis on defineeritud silindritega $\rho = 2$ cm ja $\rho = 3$ cm ning tasanditega $z = 4$ cm ja $z = 4,5$ cm. Südamiku materjali suhteline magnetiline läbitavus on 80 ja südamikule keritud poolil on 8000 keerdu. Leia pooli induktiivsus.



Joonis 6.2 Rõngassüdamikul induktiivpool

Eeldusel, et südamiku läbimõõt $2r$ on palju suurem kui paksus loetakse rõngassüdamikuga pooli induktiivsuse avaldiseks

$$L = \frac{\mu N^2 S}{2\pi r}.$$

Selgita millisest eeldusest selline tulemus lähtuda võiks.

Lembit Abo käsiraamatus “Elektroonikakomponendid” on rõngassüdamikuga pooli induktiivsuse arvutamiseks millihenrides [mH] antud valem kujul

$$L = 4 \cdot 10^{-7} \mu_r N^2 \frac{H(D_1 - D_2)}{D_1 + D_2}.$$

Kõik füüsilised mõõdud (H , D_1 ja D_2) viimases avaldises on antud millimeetrites. Kas ja kuidas on see kooskõlas eelmise avaldisega. Miks on praktilises käsiraamatus avaldis just sellisel kujul?

Ülesande lahendamiseks on

- Tarvis teada kuidas leida magnetvälja tugevus $\mathbf{H}$ südamikus – Ampere'i seadus.
- Kuidas leida magnetvoog Φ südamikus.
- Kuidas leida aheldusvoog λ ja viimase kaudu pooli induktiivsus L .