Elektrodynamiikka, kevät 2002

Harjoitus 5 (to 28.2., pe 1.3., palautus viimeistään tiistaina 26.2. klo 12.)

1. Käy yksityiskohtaisesti läpi luentomonisteessa hahmoteltu lasku, joka antaa magneettikentän lausekkeen magneettisen materiaalin skalaaripotentiaalin ψ ja magnetoituman $\mathbf{M}$ summana

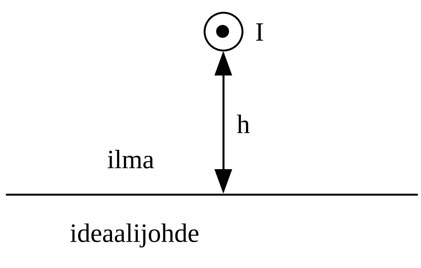
$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = -\mu_0 \nabla \psi(\mathbf{r}) + \mu_0 \mathbf{M}(\mathbf{r})$$

lähtien liikkeelle vektoripotentiaalista

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{\mathbf{M}(\mathbf{r}') \times (\mathbf{r} - \mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^3} \, dV'$$

2. Tarkastellaan suoraa ympyräsylinterin muotoista kestomagneettia, jonka pituus on L ja säde R ja jonka akseli sijaitsee z-akselilla siten, että origo on magneetin keskipisteessä. Oletetaan, että sylinterissä on tasainen magnetoituma $M_0 \mathbf{e}_z$. Laske magneettivuon tiheyden $\mathbf{B}$ z-komponentti z-akselilla magneetin sisä- ja ulkopuolella.

3. Tarkastellaan äärettömän pitkää viivavirtaa, joka kulkee ilmassa ideaalijohteen yläpuolella korkeudella $z = h$. Laske magneettivuon tiheys $\mathbf{B}$ ilmassa ja virrantiheys johteen pinnalla (tasolla $z = 0$). Kuinka suuri on kokonaisvirta pinnalla? Opastus: ideaalijohteen sisällä ei ole kenttää.



KÄÄNNÄ →

4. Homogeeniseen magneettikenttään $\mathbf{B}_0$ sijoitetaan ontto pallo (sisäsäde a, ulkosäde b, permeabiliteetti pallon kuoressa μ, muualla μ_0). Laske magneettivuon tiheys $\mathbf{B}$ pallon sisällä ($r < a$). Mitä tapahtuu, jos μ on hyvin suuri?

5. Johdetanko liikkuu vakionopeudella $\mathbf{v}$ kuvan mukaisesti johdinsilmukan päällä. Silmukan alueella on vakiomagneettikenttä $\mathbf{B}$ silmukan tasoa vastaan kohtisuoraan suuntaan. Määritä systeemissä kulkevat virrat, kun tanko on kohdassa $x = L$. Kaikkien johdinten resistanssi pituusyksikköä kohti on r.