

Elektrodynamiikka, kevät 2008

Harjoitus 7 (27.3., 28.3.)

1. Vektorilaskennassa tarvitaan lisäharjoitusta. Johda siis Greenin kaavat I-III lähtien divergenssiteoreemasta (luentomonisteen sivu 34).
2. Maapallon magneettinen dipolikenttä maanpinnalla (magneettisella) päiväntasaajalla on $30 \mu\text{T}$.
 - a) Laske kentän kokonaisenergia maapallon ulkopuolella.
 - b) Havainnollista lukuarvoa jollain ymmärrettävällä tavalla.
3. Virtajakauma $\mathbf{J}_0(\mathbf{r})$ luo muuten tyhjiin avaruuteen magneettikentän \mathbf{B}_0 . Tuodaan sitten avaruuteen magnetoituva kappale, jonka permeabiliteetti on μ (muualla μ_0). Oletetaan, että $\mathbf{J}_0(\mathbf{r})$ pysyy ennallaan. Osoita, että magneettisen energian muutos on $\int \frac{1}{2} \mathbf{M} \cdot \mathbf{B}_0$, missä \mathbf{M} on kappaleen magnetoituma ja integrointialue sisältää vain kyseisen kappaleen. Ohje: sähköstaattinen analogia.
4. Kytetään rinnan kaksi samanlaista lamppua (resistanssi R). Toisen lampun kanssa kytetään sarjaan pieniresistanssinen käämi, jonka induktanssi on L .
 - a) Piiriin kytetään tasajännite V hetkenä $t = 0$. Laske lamppujen läpi kulkevat virrat ajan funktiona.
 - b) Pitkän ajan kuluttua jännite katkaistaan. Laske virrat katkaisun jälkeen ajan funktiona. Osoita, että magneettinen energia kuluu ohmisina häviöinä.
5. Kahdesta yhdensuuntaisesta ympyrälevystä muodostetun kondensaattorin täytteen permittiivisyys on ϵ ja johtavuus σ . Kondensaattorin levyillä on aluksi varaukset $\pm Q$. Määritä kondensaattorin varaus ajan funktiona. Mikä on purkautumisen aikavakio kvartsille ($\epsilon = 4.3\epsilon_0, \sigma = 10^{-13} \Omega^{-1}m^{-1}$)? Laske magneettikenttä kondensaattorin sisällä. Osoita, että Joulen lämmityksessä kuluva energia on sama kuin kondensaattorin alkuperäinen sähköstaattinen energia.

Ratkaisut on palautettava viimeistään tiistaina 25.3. klo 12.

Pääsiäisen johdosta luentoa ei ole to 20.3. eikä ma 24.3.

Opintopiiri kokoontuu ma 17.3.