

Elektrodynamiikka, kevät 2002

Harjoitus 8 (to 4.4., pe 5.4., palautus viimeistään tiistaina 2.4. klo 12.)

1. Säännöllisessä kuutiohilassa sijaitsevien molekyylien dipolimomentti-vektorit ovat identtiset. Osoita, että jokaisessa hilapisteessä muiden dipolien aiheuttama sähkökenttä häviää.
2. Osoita, että pyörivän varauksellisen pallon magneettimomentin \mathbf{m} ja liikemäärämomentin \mathbf{L} suhde on $\mathbf{m} = (Q/2M)\mathbf{L}$, missä Q ja M ovat pallon varaus ja massa. Varausta ja massatiheys oletetaan homogeenisiksi. Vertailuksi: elektroneilla spinin \mathbf{S} ja magneettimomentin yhteys on $\mathbf{m} = -(e/M)\mathbf{S}$.
3. Tietynlaisen aineen sähköisiä ja magneettisia ominaisuuksia voidaan kuvata Londonin yhtälöillä

$$\mu_0 \nabla \times \mathbf{j} = -(1/\lambda^2)\mathbf{B}$$

$$\mu_0 \frac{\partial \mathbf{j}}{\partial t} = (1/\lambda^2)\mathbf{E}$$

missä λ on vakio. Tarkastellaan tästä aineesta tehtyä ääretöntä levyä, jonka paksuus on $2d$ ($-d < z < d$). Levyn ulkopuolella on vakiokenttä $B_y = B_1$ alueessa $z < -d$ ja $B_y = B_2$ alueessa $z > d$ muiden \mathbf{B} :n komponenttien ollessa nolli. Lisäksi $\mathbf{E} = \mathbf{D} = 0$ kaikkialla. Levyn pinnalla ei ole pintavarauksia eikä pintavirtoja. Laske \mathbf{B} ja \mathbf{j} levyn sisällä. Mikä tunnettu fysiikan ilmiö on kyseessä?

4. Äärettömän laaja ajassa harmonisesti värähtelevä levyvirta synnyttää tasoaallon. Osoita tämä lähtien aaltoyhtälön ratkaisusta vektoripotentiaalille Lorenzin mittassa, kun virrantiheys on $\mathbf{j}(\mathbf{r}, t) = K e^{-i\omega t} \delta(z) \mathbf{e}_y$ ($K =$ vakio) ja varaustiheys on nolla. (Lorenzin mitta on se, joka yleensä kulkee kirjallisuudessa virheellisesti Lorentzin mitan nimellä.)

Torstaina 28.3. ei ole luentoa.

Ensimmäinen luento pääsiäisen jälkeen on torstaina 4.4.