

Elektrodynamiikka, kevät 2004

Harjoitus 7 (to 18.3., pe 19.3.)

- 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 kaikkialla.
 - Osoita, että Joulen lämmityksessä kuluva energia on sama kuin kondensaattorin alkuperäinen sähköstaattinen energia.
- Pistemäinen varausjakauma $\rho(\mathbf{r}, t) = q(t)\delta(\mathbf{r})$ synnyttää radiaalisen virran $\mathbf{J} = J(r, t)\mathbf{e}_r$. Laske sähkö- ja magneettikenttä.
- Pitkässä suorassa johtimessa, jonka poikkileikkaus on ympyrä (säde a), kulkee tasavirta I . Osoita, että energiavuo johtimeen vastaa siinä tapahtuvia ohmisia häviöitä, kun käytetään tavanomaista Poyntingin vektoria $\mathbf{E} \times \mathbf{H}$.
- Osoita, että edellä Poyntingin vektoriksi kelpaisi myös $\mathbf{E} \times \mathbf{H} + \nabla \times (\varphi\mathbf{H})$, missä φ on sähköstaattinen potentiaali. Tarkastele lisäksi energiavuota.
- Oletetaan, että hiukkasilla olisi magneettinen varaus q_m ja että se olisi samalla tavalla säilyvä suure kuin sähkövaraus q_e .
 - Yleistä Maxwellin yhtälöt luonnollisella tavalla.
 - Tehdään dualiteettimuunnos kentille ja varauksille:

$$\begin{aligned} \mathbf{E}' &= \mathbf{E} \cos \alpha + c\mathbf{B} \sin \alpha & c\mathbf{B}' &= -\mathbf{E} \sin \alpha + c\mathbf{B} \cos \alpha \\ \mu_0 c q_e' &= \mu_0 c q_e \cos \alpha + q_m \sin \alpha & \epsilon_0 c q_m' &= -q_e \sin \alpha + \epsilon_0 c q_m \cos \alpha \end{aligned}$$

missä α on mielivaltainen parametri. Osoita, että yleistetyt Maxwellin yhtälöt säilyttävät muotonsa tässä muunnoksessa.

- Osoita, että magneettivaraukset voidaan poistaa valitsemalla

$$\alpha = \arctan \frac{\rho_m}{\mu_0 c \rho_e}$$

Millä ehdolla tällainen valinta on mielekäs?

Ratkaisut on palautettava viimeistään tiistaina 16.3. klo 14.

Huom. Torstaina 18.3. luento salissa E205.

Huom. Luentoja ei ole maanantaina 22.3. eikä torstaina 25.3. Harjoitukset pidetään kuitenkin normaalisti.

Vastaa myös kurssin työmäärää koskevaan kyselyyn!

Kuormittavuuskysely Elektrodynamiikka 2004

Suomessa siirrytään kaksiportaiseen tutkintojärjestelmään 1.8. 2005. Samassa yhteydessä kartoitetaan mahdollisimman hyvin tutkintoon kuuluvien kurssien sisältö ja niistä saatavat opintoviikkojen tilalle tulevat opintopisteet. Sen vuoksi laitos haluaa saada tiedon työmäärästä, joka opiskelijoilla tällä hetkellä kuluu kurssien suorittamiseen. Vastaamalla oheisiin kysymyksiin saat yhtä laskuharjoitustehtävää vastaavan pistehyvityksen eli kolme ylimääräistä pistettä.

Paljonko käytät viikossa keskimäärin aikaa laskuharjoitustehtävien tekemiseen ja luentomateriaalin kertaamiseen? _____h

Paljonko käytät viikossa aikaa kurssin muuhun oheismateriaaliin tutustumiseen? _____h

Paljonko käytät aikaa väli-/loppukokeeseen valmistautumiseen? _____h

Jos kurssilla käytetään joitain muita työtapoja, paljonko käytät niihin aikaa?

_____ (työtapa) _____h

_____ (työtapa) _____h

_____ (työtapa) _____h

***** ***** ***** ***** *****

Vastaukset palautetaan harjoitusten 7 yhteydessä kokeen jälkeen viimeistään tiistaina 16.3., jotta kokeeseen valmistautumisestakin saadaan kunnan tilasto. Kirjoita nimesi paperiin, jos haluat ylimääräiset pisteet hyväksesi. Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti.