

SMG-1400 SÄHKÖMAGNEETTISET KENTÄT JA AALLOT 2

Tentti 13.12.2010 Saku Suuriniemi.

Ei muistiinpanoja, ei laskimia. Kaikki tehtävät 6 pistettä.

Huom! Tehtävistä 1 ja 2 on saatava yhteensä 9 pistettä, jotta tenttisuoritus hyväksytään.

1. Kokoa kuusi kurssin sisältöä koskevaa väitettä siten että kukin lauseen loppu tulee käytetyksi korkeintaan kerran. Mielekkäästä ja paikkansapitävästä lauseesta aina yksi piste, muuten nolla. Anna vastaus konseptipaperilla muodossa 1X, 2Y, 3Z,

1	Johteessa etenevä aalto	A	on mahdoton synnyttää, mutta kätevä malli.
2	Sähköisesti pieni rakenne	B	tapahtuu kohdassa jossa väliaine muuttu äkisti.
3	Tasoaalto	C	ei toimi hyvin antennina.
4	Aallon heijastus	D	vaimenee edetessään.
5	Ideaalijohteen pinta	E	on apusuure kenttien esittämiseen.
6	Faradayn laki	F	heijastaa aina aallon täydellisesti.
		G	kuvaa sähkökentän ja ajan suhteen muuttuvan magneettikentän suhteen.

2. Selitä Poyntigin teoreeman "Yhtälö

$$-\int_V \mathbf{E} \cdot \mathbf{J} dV = \frac{d}{dt} \frac{1}{2} \int_V \mathbf{E} \cdot \mathbf{D} dV + \frac{d}{dt} \frac{1}{2} \int_V \mathbf{H} \cdot \mathbf{B} dV + \int_{\partial V} \mathbf{E} \times \mathbf{H} \cdot \mathbf{n} da$$

pätee joka hetki kaikille järjestelmille V ." (a) kunkin termin merkitys (4p), (b) sisältö sanallisesti, ja (c) merkitys sähkömagneettisessa teoriassa (kahdella sanalla).

3. Oikein vai väärin? Perustele tai anna esimerkki.

(a) Virranajo tarkoittaa varausten kerääntymistä johteen pinnalle. (b) Jos varaustiheys poikkeaa nolasta, sähkökenttä poikkeaa nolasta. (c) Jos varaustiheys poikkeaa nolasta, magneettikenttä poikkeaa nolasta. (d) Jos magneettikenttä poikkeaa jossain nolasta, ko. kohdassa virrantiheys poikkeaa nolasta. (e) Sähkömagneettista aaltoa ei voi ohjata eristeellä. (f) Hertzin dipoli on käytännöllinen yleisantenni.

4. Kestomagneetti pudotetaan 1m:n korkeudelta puupöydälle. Se kiihtyy painovoiman vuoksi tasaisesti, $v_z(t) = -at$, $z(t) = 1 - \frac{1}{2}at^2$, ja osuu pöytään hetkellä $t = \sqrt{\frac{2}{a}}$ vauhdilla $v_z = -\sqrt{2a}$. Sen potentiaalienergia ma muuttuu siis kokonaan liike-energiaksi $\frac{1}{2}mv_z^2$. Pöytälevy korvataan paksulla alumiinilevyllä ($\mu = \mu_0$, varsin johtavaa) ja koe toistetaan. Kerro mitä magneetin pudotessa tällöin tapahtuu, ja laadi energia- ja voimatarkastelulla perustellen ennuste sille, miten magneetin putoaminen muuttuu edellä kuvatusta.

Ohje: Yhdessä sivussa ehdit antaa kuuden pisteen näytöt. Piirrä kuv(i)a selityksen tueksi.

5. Aallon vaimeneminen epätäydellisessä eristeessä: Aaltoluvun lauseke on $k = \sqrt{\omega^2\epsilon\mu + j\omega g\mu}$, missä g on epätäydellisessä eristeessä hyvin pieni. (a) Sovella likiarvoa $\sqrt{1 + \Delta x} \approx 1 + \frac{1}{2}\Delta x$ aaltoluvun arviointiin (2p). (b) Jaa $e^{j(kz - \omega t)}$ värähtelyä ja vaimenemista koskeviin osiin (1p). (c) Mikä on aallon tunkeutumissyvyys epätäydellisessä eristeessä (1p)? (d) Kulmataajuus ω on likiarvon kannalta tärkeä, vaikka ensin ei ehkä siltä näytä: Kerro sen merkityksestä (2p).