

SMG-1400 SÄHKÖMAGNEETTISET KENTÄT JA AALLOT 2

Tentti 1.6.2011 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: käytä kukin lauseen alku kerran ja loppu korkeintaan kerran. Mielekkäästä ja paikkansapitävästä lauseesta aina yksi piste, muuten nolla. Vastaus konseptipaperille numerojärjestyksessä muodossa **1X**, **2Y**, **3Z**, ...

1	Ideaalijohde	A	kuvaa varauksenkuljettajien liikeherkkyyttä.
2	Johde	B	vaimentaa aaltoa eksponenttilain mukaisesti.
3	Kondensaattori	C	varastoi energiaa sähkökenttään.
4	Vastus	D	estää täysin aallon eteneimisen.
5	Monokromaattinen aalto	E	kuvaa laitteen kykyä toimia antennina.
6	Sähköinen koko	F	muuttaa sähköistä energiaa lämmöksi.
		G	sisältää vain yhtä taajuutta.

2. (2p kukin) Selitä seuraavien yhtälöiden sisältö sanallisesti. Jos tiedät niiden nimet, niin kerro.

(a) $\int_{\partial V} \mathbf{D} \cdot \mathbf{n} da = \int_V \rho dV$. (b) $\int_{\partial V} \mathbf{J} \cdot \mathbf{n} da = -\frac{d}{dt} \int_V \rho dV$. (c) $\int_{\partial S} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \int_S \mathbf{B} \cdot \mathbf{n} da$.

3. Oikein vai väärin? Perustele lyhyesti tai anna esimerkki.

- (a) Lineaaripolarisaatio tarkoittaa että sähkökenttä on kaikkialla koko ajan saman suuntainen.
(b) Muuntajan toiminta perustuu osittain induktioilmiöön. (c) Johteilla voi ohjata aaltoja.
(d) Eristeillä voi ohjata aaltoja. (e) Dipoliantenni synnyttää aina tasoaallon. (f) Jos rajapinnalla on paljon varauksia ohuessa kerroksessa, sieltä voi väliaineeseen 2 mennä enemmän magneettivuota kuin väliaineesta 1 tulee.

4. Analysoi Poyntingin teoreemalla

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

seuraavat tilanteet: (a) Auton puolan (\approx muuntaja) ensiössä kulkee virta. Yht'äkkiä virta katkaistaan. Tuhansia kierroksia sisältävään toisoon on kytketty sytytystulppa, ja sen ilmarakoon syntyy kipinä (virta kulkee hyvin suuren vastuksen läpi). (b) Sähkömagneettinen aalto, jonka sähkökenttä on

$$\underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r}, t) = E_0 \mathbf{j} \sin\left(\frac{\pi}{a} x\right) e^{kz - j\omega t}$$

etenee z -suuntaan ideaalijohtavassa putkessa (seinät kohdissa $x = 0$, $x = a$, $y = 0$ ja $y = b$). Paljonko tehoa siirtyy putken seinään? Miksi tulos on tyypillinen ideaalijohteelle?

Ohje: Hahmottele kuva!

5. (a) Mikä on tehtävässä 4(b) kuvatun aallon magneettikentän lauseke, jos putki on täytetty eristeellä, jonka väliainevakiot ovat ϵ ja μ_0 ? (b) Mikä on putken seinien pintavaraustiheys ajan funktiona (laske vain seinillä $x = 0$ ja $y = 0$)?