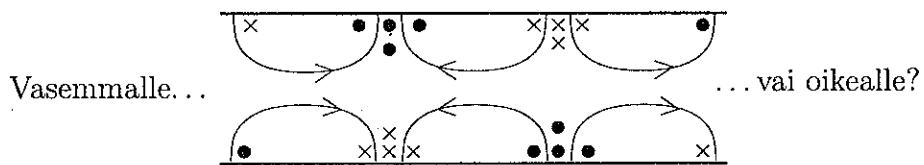


7901530 SMG KENTÄT JA AALLOT 2

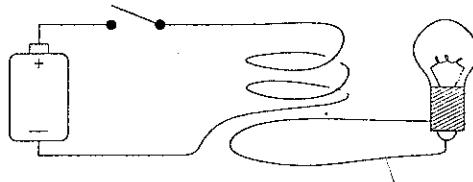
Tentti 19.9.2005, ei laskimia, ei muistiinpanoja. Saku Suuriniemi

Kaikki tehtävät 6 pistettä.

- Oikein vain väärin? Piste edellyttää lyhyen kommentin tai esimerkin:
 - Sähkömagneettinen aalto syntyy vain kun varaukset ovat kiihtyvässä liikkeessä.
 - Sähkömagneettinen aalto etenee täysin vaimenematta vain täydellisessä johteessa.
 - Sähkömagneettisen aallon sähkökentän amplitudi pienenee lähteestä etäännyttäessä, ja tämä tapahtuu hitaammin kuin staattisen sähkökentän voimakkuuden pieneneminen.
 - Linearisessa väliaineessa etenevä tasoaalto on aina lineaarisesti polarisoitunut.
 - Tasoaallon polarisaation tuntemiseksi tietyssä pisteessä täytyy tuntea täysin aallon sähkö- ja magneetikenttä kaikkialla, sekä aallon lähetyskohta.
 - Ilman ja täydellisen johteen rajapinnalla sähkökentän tangentialikomponentti häviää ilman puolella.
- Selitä lyhyesti (2-3 virkettä):
 - Miksi kondensaattorin läpi näyttää kulkevan vaihtovirtaa?
 - Virran jatkuvuusyhtälö $\int_{\partial V} \mathbf{J} \cdot \mathbf{n} da = -\frac{d}{dt} \int_V \rho dv$.
 - Pyörrevirran syntyminen.
 - Osittainen ja täydellinen seisova aalto.
 - Väliaineen johtavuuden vaikutus aaltoon.
 - Aallon käyttäytyminen kahden eristeen rajapinnalla.
- Esitä perusteltu arvio siitä kumpaan suuntaan ao. metalliputkessa etenevä aalto välittää tehoa. Kuva on halkileikkaus putken keskitasosta. Yhtenäiset nuolet kuvaavat kenttää \mathbf{E} , pallot kenttää \mathbf{H} kohti katsojaa ja rastit katsojasta poispäin.



- Mitä tapahtuu kun kytkin suljetaan? Selitä tarkasti tapahtumien kulku kenttäteorian kannalta. Anna toimintaohjeet henkilölle joka haluaa lukea lampun valossa lehden, mutta ei uskalla muuttaa johtojen kytkentää.



- Johdekappaleen ja ilman rajapinnalla on staattisessa tapauksessa ilman puolella sähkökenttä \mathbf{E} . Mikä on johdekappaleen pintavaraustiheys? Entä nettovaraus? Jos kappale on α -säteinen pallo, ja sähkökenttä on kaikkialla yhtä voimakas (merkitään E_0), paljonko varauksia on?

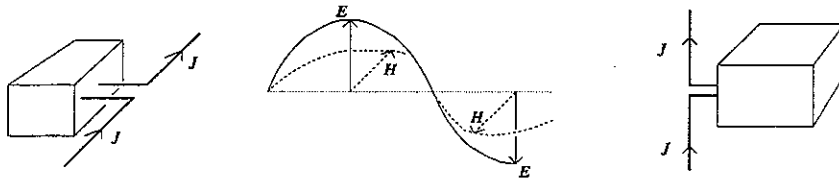
Vihje: Pallon pinta-ala on $4\pi r^2$.

7901530 SMG KENTÄT JA AALLOT 2

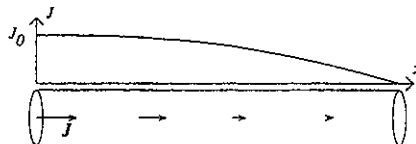
Tentti 20.5.2005, ei laskimia, ei muistiinpanoja. Saku Suuriniemi

Kaikki tehtävät 6 pistettä.

- Oikein vain väärin? Tue valintaasi lyhyellä kommentilla/esimerkillä:
 - Faradayn laki selittää generaattorin toiminnan.
 - Pyöröpolarisaatio tarkoittaa samaa kuin termi palloaalto.
 - Sähkömagneettisen aallon magneettikenttä vaimenee hyvin nopeasti lähteestä etäännyttäessä, kun taas sähkökenttä kantaa hyvin kauas.
 - Tasoaalto on vain kätevä malli, sellaista ei voi oikeasti synnyttää.
 - Monokromaattisessa aallossa aikamuutokset tapahtuvat sinimuotoisesti yhdellä tietyllä taajuudella.
 - Väliaine-yhtälöitä ei tarvita tyhjössä, koska siinä ei ole väliainetta.
- Selitä lyhyesti (2-3 virkettä):
 - Sähkömagneettinen induktioilmiö,
 - induktiokuumenus,
 - aallon käyttäytyminen johteessa,
 - aallon käyttäytyminen täydellisessä johteessa,
 - viivästynyt potentiaali, ja
 - Poyntingin teoreema.
- Rajapintaehdot:
 - Miksi rajapintaehdoja tarvitaan?
 - Mistä yhtälöistä ehtojen johtaminen aloitetaan?
 - Ehdot kuvaavat kenttien käytöstä eri aineissa rajapinnan välittömässä läheisyydessä. Miten pinnan läheisyys näkyy ehtojen johtamistavassa?
 - Mitä ehdot tarkkaan ottaen kertovat kentistä?
 - Mitä ehdot kertovat aalloista?
 - Anna esimerkki pinnalle keskittyneestä suureesta joka esiintyy rajapintaehdoissa ja kerro millaisessa tapauksessa tällaista mallia käytetään.
- Ao. kuvassa on esitetty kaksi dipoliantennia, joiden välissä etenee (lähes) tasoaalto. Kummalla antennilla lähettämä tämä aalto on?
 -
 - Tue vastaustasi kahdella perustelulla.
 - Toinen antenni toimii vastaanottimena: Miten muuttaisit sitä kuuluvuuden parantamiseksi? *Vihjeet: a) Millä varauksilla heilutetaan, kun aalto synnytetään? b) Aalto välittää jotain antennilta toiselle. c) Mikä saa signaalin "kuulumaan" vastaanottimessa?*



- Neljännesaaltoantenni on lanka, johon syötetään virtaa sellaisella taajuudella, että langan pituus on $\lambda/4$.
 - Jos virrantiheys langassa on $\mathbf{J}(x, t) = \mathbf{u}_x \text{Re}\{J_0 \cos(\pi \frac{2x}{\lambda}) e^{j\omega t}\}$ (ks. kuva alla), mikä on varaustiheys (4p)?
 - Mikä aaltojen synnyttämisen kannalta tärkeä ilmiö tulee näin esiin (2p)? *Vihje: Varaukset eivät häviä, ja tämä periaate on huomioitu Ampère-Maxwellin yhtälössä.*



KÄÄNNÄ

1. Mikä on vektoripotentiali? Minkä kentän vektoripotentiali on \mathbf{H} ?
2. Ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin? Perustele vastaus lyhyesti.
 - a) Induktanssi on suljetun silmukan ominaisuus.
 - b) Koska aaltoyhtälön voi johtaa Maxwellin yhtälöistä, aaltoyhtälön ratkaisu on aina Maxwellin yhtälöiden ratkaisu.
 - c) Coulombin mittaehto on $\nabla \cdot \mathbf{A} = \mathbf{E} - \nabla\phi - \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$
3. a) Esitä induktiounin toimintaperiaate.
b) Tulkitse Ultra Bran laulun *Kun vaihtuu vuosituhat säkeet*
Aurinko lakkaa toimimasta
mutta kahdeksan minuutin päästä vasta
huomaamme auringon sammuneen
sähkömagneettisten aaltojen kannalta.
4. Osoita, että
$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = \mathbf{E}_0 \cos(\omega t + \kappa z)$$
on lähteettömän aaltoyhtälön ratkaisu tyhjiössä, kun $\mathbf{r} = \mathbf{u}_x x + \mathbf{u}_y y + \mathbf{u}_z z$ ja \mathbf{E}_0 on vakiovektori. Millä tavalla \mathbf{E} on polarisoitunut?
5. Mikroaaltouuni on ympäröity suljetulla pinnalla ∂V . Mikroaaltouunin virtajohto läpäisee pinnan. Kirjoita Poyntingin teoreema ja tulkitse sen termit pinnan ∂V tapauksessa.

Bonustehtävä: Kaikkien joukkuepelien kuningas on

- a) jääkiekko
- b) jalkapallo
- c) curling
- d) naisten nelinpele.



Kääntöpuolella on yleishyödyllisiä kaavoja.