

## Elektrodynamiikka, kevät 2008

### Harjoitus 3 (7.2., 8.2.)

1. Eristepallon (säde  $R$ ) polarisoituma on radiaalinen:  $\mathbf{P} = P_0 \mathbf{r}$  ( $P_0 = \text{vakio}$ ). Muita sähkökentän lähteitä ei ole.
  - a) Laske polarisaatiovaraustiheys pallon sisällä ja pinnalla. Osoita, että pallon kokonaisvaraus on nolla.
  - b) Laske sähkökenttä ja sähkövuon tiheys kaikkialla.
2. Äärettömän laaja eristelevy, jonka paksuus on  $d$  ja permittiivisyys  $\epsilon$ , asetetaan homogeeniseen sähkökenttään  $\mathbf{E}$ , joka muodostaa kulman  $\theta$  levyn pinnan normaalin kanssa. Millainen polarisaatiovarauskate syntyy levyn pinnalle?
3. Homogeenisessa aineessa (permittiivisyys  $\epsilon_1$ ) on tasainen taustan sähkökenttä  $\mathbf{E}_0$ . Tuodaan aineeseen pitkä ympyräsylinteri (permittiivisyys  $\epsilon_2$ , säde  $R$ ), jonka akseli on taustakenttää vastaan kohtisuorassa. Laske sähkökenttä kaikkialla.
4. Koaksiaalikaapelin sisäjohtimen säde on  $a$ . Sen ympärille on asetettu säteen  $b$  etäisyydelle asti eriste, jonka suhteellinen permittiivisyys on  $\epsilon_r$ . Tämän jälkeen on ilmaväli ulkojohtimen etäisyydelle  $c$  asti. Sisä- ja ulkojohtimen välinen jännite on  $V$ . Määritä suurin systeemissä esiintyvä sähkökenttä.
5. Ukonilmat ylläpitävät maapallon pinnalla jatkuvasti sellaista negatiivista pintavarausta, että pystysuuntainen sähkökenttä pinnalla on noin 100 V/m.
  - a) Kuinka suuri on pinnan varaustiheys ja kokonaisvaraus, jos se on tasaisesti jakautunut?
  - b) Kauanko pintavaraukseen liittyvällä energialla voitaisiin tuottaa tehoa 15 GW verran? (Tämä on suunnilleen Suomen sähköverkon ennätyskulutus.)
  - c) Miksi emme saa sähköiskuja, vaikka kenttä on näin suuri?
6. Lisätehtävä (yksi piste): Metallirunkoinen auto muodostaa hyvän suojan salamaiskua vastaan. Miksi iskun jälkeen kannattaa kuitenkin odottaa joitain minutteja ennen autosta poistumista?

Ratkaisut on palautettava viimeistään tiistaina 5.2. klo 12.

Kurssille on perustettu opintopiiri, joka kokoontuu maanantaisin klo 12-14 salissa D110. Lisätietoa kurssin kotisivulla.