

Elektrodynamiikka, kevät 2012
Harjoitus 4
Palautus Ti 14.2. klo 12

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.

Vihje. Älä yritä käyttää permittiivisyyttä ϵ , sillä se ei ole järkevästi määritelty.

2.a) Levykondensaattorin levyjen pinta-ala on A ja etäisyys d ($d^2 \ll A$). Kondensaattori on täytetty eristeaineella, jonka suhteellinen permittiivisyys on ϵ_r . Laske kondensaattorin kapasitanssi.

b) Millä voimalla levyt vetävät toisiaan puoleensa, kun jännite on U ?

c) Olkoon $\epsilon_r = 5$ ja täyteaineen läpilyöntikestävyys 30 MV/m . Kondensaattorin mitat ovat $A = 20 \text{ cm}^2$ ja $d = 5 \text{ mm}$. Kuinka suuri varaus kondensaattoriin voidaan enintään varata sen purkautumatta?

3. R_2 -säteisen eristepallon keskellä on R_1 -säteinen onkalo. Kyseessä on siis samanmuotoinen kappale kuin aikaisemmissa harjoituksissa, mutta tällä kertaa eriste. Pallon keskipisteessä on varaus Q , joka luo ulkoisen sähkökentän. Eristeaine on epähomogeenista: permittiivisyys on suoraan verrannollinen etäisyyteen keskipisteestä ($\epsilon \propto r$) ja saavuttaa arvon ϵ_2 eristepallon ulkoreunalla. Määritä sähkökenttä kaikkialla, polarisaatiovaraukset eristekappaleessa, sekä jännite pallonkuorien välillä. Tarkista vielä integroimalla, että eristeen kokonaisvaraus on 0.

4. Koaksiaalikaapelin sisäjohtimen säde on a . Sen ympärille on asetettu säteen b etäisyydelle asti eriste, jonka suhteellinen permittiivisyys on ϵ_r . Tämän jälkeen on ilmaväli ulkojohtimen etäisyydelle c asti. Sisä- ja ulkojohtimen välinen jännite on V . Määritä suurin systeemissä esiintyvä sähkökenttä.

5. Pitkä eristesylinteri (permittiivisyys ϵ , säde R), asetetaan tasaiseen taustan sähkökenttään \mathbf{E}_0 , akseli taustakenttää vastaan kohtisuorassa. Laske sähkökenttä kaikkialla.