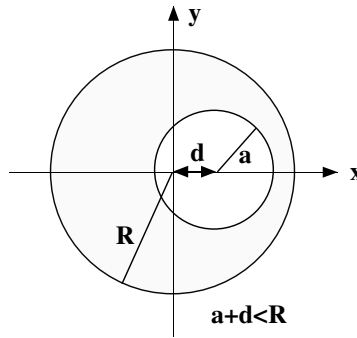


Elektrodynamiikka, kevät 2004

Harjoitus 5 (to 26.2., pe 27.2.)

1. Pitkässä johdesylinterissä (säde R) on sylinterimäinen onkalo (säde a). Näiden kahden sylinterin akselien välinen etäisyys on d . Jäljelle jäävässä johteessa kulkee tasaisesti jakautunut tasavirta I sylinterin akselin suuntaisesti. Määritä magneettivuon tiheys a) onkalossa, b) kaukana sylinteristä.



2. Äärettömässä johdetasossa kulkee tasainen pintavirta \mathbf{K} . Määritä magneettivuon tiheys kaikkialla.
3. R -säteinen tasaisesti varattu pallonkuori (kokonaisvaraus Q) pyörii vakiokulmanopeudella ω keskipisteen kautta kulkevan akselin ympäri. Laske vektoripotentiaalin multipolikehitelmän johtava termi.
4. a) Maapallon magneettikentän uskotaan syntyvän Maan sulassa ytimestä kulkevista sähkövirroista. Arvioi niiden suuruus olettamalla, että virta on päiväntasaajan tasossa oleva ympyräilmukka, joka on syvyydellä 2900 km. Magneettivuon tiheys magneettisilla navoilla on n. 60000 nT ja maapallon säde on n. 6400 km. (Kentän lauseke on annettu luentomonisteessa, mutta käy lasku läpi alusta alkaen.)
b) Kenttää voidaan varsin hyvin mallintaa Maan keskipisteeseen sijoitetulla dipolilla, jonka dipolimomenttivektori osoittaa etelään. Kuinka suuri kenttä on (magneettisella) päiväntasaajalla? Entä Suomessa (magneettiset leveysasteet 57-67)?
5. Käy yksityiskohtaisesti läpi luentomonisteessa hahmoteltu lasku, joka antaa magneettikentän lausekkeen magneettisen materiaalin skalaaripotentiaalin ψ ja magnetoituman \mathbf{M} summana ($\mathbf{B}(\mathbf{r}) = -\mu_0 \nabla \psi(\mathbf{r}) + \mu_0 \mathbf{M}(\mathbf{r})$) lähtien liikkeelle vektoripotentiaalista

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{\mathbf{M}(\mathbf{r}') \times (\mathbf{r} - \mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^3} dV'$$

Ratkaisut on palautettava viimeistään tiistaina 24.2. klo 14.