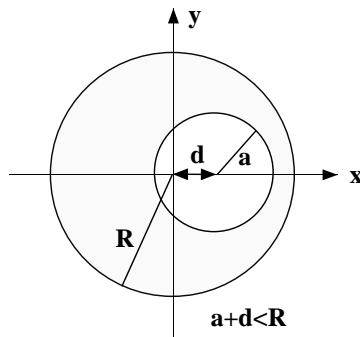


## Elektrodynamiikka, kevät 2008

### Harjoitus 5 (21.2., 22.2.)

1. Varaus  $Q$  on jakautunut tasaisesti  $R$ -säteisen pallon pinnalle. Pallo pyörii akselinsa ympäri vakiokulmanopeudella  $\omega$ . Laske vektoripotentiaali ja magneettivuon tiheys pallon sisä- ja ulkopuolella.
2. Äärettömässä tasapaksussa levyssä (paksuus  $L$ ) kulkee sähkövirta. Virrantiheys on kaikkialla  $x$ -akselin suuntainen ja kasvaa lineaarisesti levyn poikkisuunnassa arvosta  $-J_0$  arvoon  $J_0$ . Määritä magneettivuon tiheys kaikkialla.
3. 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.



4. Maapallon magneettikentän aiheuttavat Maan sulassa ytimessä kulkevat sähkövirrat. Arvioi niiden suuruus olettamalla, että virta on päiväntasaajan tasossa oleva ympyräilmukka, joka on syvyydellä 2900 km. Arvioi myös Maan dipolimomentin suuruus. Magneettivuon tiheys magneettisilla navoilla on n. 60000 nT ja maapallon säde on n. 6400 km.
5. Käy läpi luentomonisteessa hahmoteltu lasku, joka antaa magneettikentän lausekkeen magneettisen materiaalin skalaaripotentialin  $\psi$  ja magnetoituman  $\mathbf{M}$  summana ( $\mathbf{B}(\mathbf{r}) = -\mu_0 \nabla \psi(\mathbf{r}) + \mu_0 \mathbf{M}(\mathbf{r})$ ) lähtien liikkeelle vektoripotentiaalista

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

6. Lisätehtävä (yksi lisäpiste): Kahdesta samasta aineesta tehdystä samanlaisesta metallisauvasta toinen on kestopagneetti ja toinen magnetoimaton. Kuinka voit selvittää ilman muita välineitä, kumpi sauvoista on kestopagneetti?

Ratkaisut on palautettava viimeistään tiistaina 19.2. klo 12.