

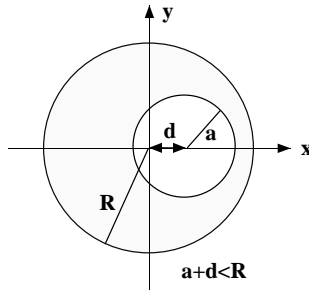
Elektrodynamiikka, kevät 2012
 Laskiainen 6
 Palautus Ti 28.2. klo 12

1. a) Todista seuraava ulkoa muistettava aputulos: Jos stationaarinen virtajakauma \mathbf{J} on peilisyymmetrinen jonkin tason suhteen, virran aiheuttama magneettikenttä tason kohdalla on kohtisuorassa sitä vastaan.

b) Ohuessa johtimessa kulkee pitkin z -akselia tasavirta I z -akselin positiiviseen suuntaan välillä $-\infty < z < 0$. Origossa virta jakautuu radiaalisesti ja tasaisesti xy -tasolle. Laske magneettivuon tiheys kaikkialla.

2. Laske vektoripotentiaali ja magneettikenttä kahden äärettömän pitkän yhdensuuntaisen johtimen virtasysteemille, kun johtimissa kulkee vastakkaisuuntaiset virrat $\pm I$ ja niiden välinen kohtisuora etäisyys on a . Tarkastele lopuksi rajatapausta, jossa $a \rightarrow 0, I \rightarrow \infty$ siten, että $aI = \text{vakio}$. Huomaa analogia sähköstatiikan tasaisesti varattuun lankaan.

3. Pitkässä johdesylinterissä (säde R) on sylinterimäinen onkalo (säde a). Näiden kahden sylinterin akselien välinen etäisyys on d . Jäljelle jäävässä johteessa kulkee tasaisesti jakautunut virta I sylinterin akselin suuntaisesti. Määritä magneettivuon tiheys onkalossa.



4. Äärettömän pitkä ympyräsylinteri (säde R), jonka sisällä varaustiheys on vakio (ρ), pyöri akselinsa ympäri vakiokulmanopeudella ω . Laske magneettivuon tiheys kaikkialla.

5. a) Johda suoralla laskulla magneettisen dipolin kentän lauseke

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\frac{3(\mathbf{m} \cdot \mathbf{r})\mathbf{r}}{r^5} - \frac{\mathbf{m}}{r^3} \right]$$

lähtemällä vektoripotentiaalista

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\mathbf{m} \times \mathbf{r}}{r^3}$$

b) Maapallon magneettikentän aiheuttavat Maan sulassa ytimessä kulkevat sähkövirrat. Arvioi niiden suuruus olettamalla, että virta on päiväntasaajan tasossa oleva ympyräsilmukka, joka on syvyydellä 2900 km. Magneettivuon tiheys magneettisilla navoilla on n. 60000 nT.