

Elektrodynamik, vt 2008 - Räkneövning 7

*Uppgifterna lämnas in senast måndagen den 31.3 kl 12:00. Övnings-tillfället hålls tisdagen 1.4 kl 16 i Acceleratorlaboratoriets seminari-
erum.*

1. En long cylinder med radien R och permeabiliteten μ är placerad i ett likformigt fält $\mathbf{B}_0 = B_0 \mathbf{e}_z$ så att cylinderns symmetriaxel är vinkelrät mot $\mathbf{B}_0$. Bestäm $\mathbf{B}$ inne i cylindern.

2. En ledning som bär strömmen I är omgiven av ett cylindriskt skal av järn, som har en konstant susceptibilitet χ_M . Skalet har den inre radien a och yttre radien b , och är koaxialt med ledningen (d.v.s. ledningen ligger på skalets symmetriaxel). Bestäm magnetiseringsströmmen $\mathbf{J}_M$ och dess yt-täthet $\mathbf{j}_M = \mathbf{M} \times \hat{\mathbf{n}}$, där $\hat{\mathbf{n}}$ är det magnetiska materialets ytnormal.

3. Ett magnetiskt medium fyller regionen $x < 0$ och ett annat magnetiskt medium fyller regionen $x > 0$. Mediernas permabiliteter är μ_1 och μ_2 . Under vilka antaganden gäller att vinklarna θ_1, θ_2 mellan $\mathbf{B}$ -fältet och $x = 0$ -planets normal uppfyller ekvationen

$$\mu_2 \tan \theta_1 = \mu_1 \tan \theta_2$$

4. En tom toroid med N st lindningar har medelradien b och en tvärsnittsytas A med radien a . Se figurerna 9-14 (s. 243) och 11-2 (s. 278) i RMC. Beräkna självinduktansen. Notera att detta problem beräknades approximativt på föreläsningen. Du kan ha nytta av integralen

$$\int_0^{2\pi} \frac{dx}{1 + \epsilon \cos x} = \frac{2\pi}{\sqrt{1 - \epsilon^2}}, \quad |\epsilon| < 1$$

5. En stav av metall med längden L roterar med vinkelhastigheten ω kring en axel som är parallell med ett homogent magnetfält $\mathbf{B}_0$. Beräkna den inducerade spänningen då axeln är (a) i ändan av staven (b) i stavens mitt.

6. Jordens magnetfält är approximativt ett dipolfält som har styrkan $30 \mu\text{T}$ vid (magnetiska) ekvatorn.

(a) Beräkna fältets totala energi utanför jorden.

(b) Antag att fältet är dipolärt också i manteln (tjockleken 2900 km). Beräkna fältets energi utanför kärnan. Använd $R_E = 6371$ km. Hur stor del av energin är i manteln och hur stor del är utanför jorden?

(c) Jämför energierna med hjälp av något mått som är mera bekant.