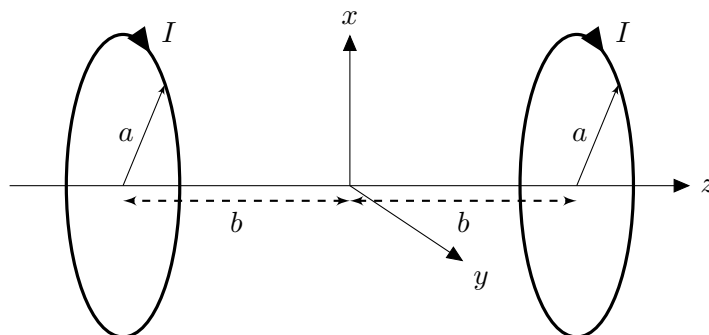


TFE4120 Elektromagnetisme

Øving 7

Oppgave 1

To sirkulære strømsløyfer med radius a er plassert i en avstand $2b$ fra hverandre, slik at sløyfenes akser er sammenfallende med z -aksen i et koordinatsystem. Sløyfene fører samme stasjonære strømstyrke I i samme retning.



Når avstanden $2b$ er mye større enn a vil den magnetiske feltstyrken langs z -aksen ha to maksima, ett inne i hver sløyfe. Når $2b$ er mye mindre enn a vil feltet bare ha ett maksimum, som ligger i $z = 0$. Når b velges akkurat slik at feltet går over fra å ha ett maksimum til to, vil feltstyrken være nesten konstant over et stort område. Denne konfigurasjonen kalles en Helmholtz-spole.

Bestem forholdet $\frac{b}{a}$ for en Helmholtz-spole.

Oppgitt: Om vi plasserer en sirkulær strømsløyfe med radius a slik at sentrum til strømsløyfen ligger i origo og sløyfens akse sammenfaller med z -aksen, er uttrykket for \mathbf{B} -feltet på z -aksen gitt ved

$$\mathbf{B} = B_z \hat{\mathbf{z}} = \frac{\mu_0 I a^2}{2(a^2 + z^2)^{3/2}},$$

der I er strømmen gjennom spolen.

Hint: Overgangen fra ett til to maksima skjer når $\frac{\partial^2 B_z}{\partial z^2} = 0$.

Oppgave 2

- a) Anta at en total ladning Q er jevnt fordelt utover en kule med radius a . Permittiviteten overalt er ϵ_0 . Finn det elektriske feltet overalt.
- b) Kula fra forrige oppgave plasseres inne i et kuleskall med radius b , der $b > a$. Kula og kuleskallet har sammenfallende sentrum. En ladning $-Q$ er jevnt fordelt utover kuleskallet. Du kan anta at kuleskallet har tilnærmet null tykkelse. Finn det elektriske feltet utenfor kuleskallet.
- c) Kula forskyves litt slik at kula og kuleskallet ikke lenger har sammenfallende sentrum. Kula er fortsatt helt inne i kuleskallet. Anta at ladningsfordelingen i kula og kuleskallet er som før. Blir det elektriske feltet utenfor kuleskallet null? Begrunn svaret.
- d) Kuleskallet byttes ut med et kuleskall laget av en ideell leder, men kuleskallets netto ladning er som før ($= -Q$). Posisjonen til kula og kuleskallet, samt ladningsfordelingen i kula, er som i **1c**). Blir det elektriske feltet utenfor kuleskallet null? Begrunn svaret.

Oppgave 3

Til hvert av de 3 spørsmålene som er stilt nedenfor, er det foreslått 4 svar. Oppgi hvilket svar du mener er best dekkende for hvert spørsmål.

- a) En leder med vilkårlig geometrisk form fører en strøm i z -retning, dvs. strømtettheten er overalt i z -retning. Hva kan man si om den magnetiske flukstettheten \mathbf{B} fra lederen?
 - i) Den har ingen z -komponent,
 - ii) Den har ingen φ -komponent,
 - iii) Den har verken z - eller φ -komponent,
 - iv) Den kan stå i hvilken som helst retning, avhengig av lederens geometri.

b) I elektrostatikken er følgende likning tilfredsstilt: $\nabla \times \mathbf{E} = 0$. Denne likningen betyr bl.a. at

- i) Det elektriske feltet har null sirkulasjon,
- ii) Det elektriske feltet er divergensfritt,
- iii) Det elektriske feltet er konstant,
- iv) Det elektriske feltet endrer seg ikke.

c) Hva er riktig om Coulombs lov $\mathbf{F} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{\mathbf{r}}$?

- i) Den viser at det ikke virker elektrostatiske krefter på netto uladde legemer,
- ii) Den kan bevises vha. ladningsbevarelse og Newtons andre lov,
- iii) Den gjelder for punktladninger,
- iv) Alle de tre påstandene ovenfor er riktige.