

Magnetiske dipoler og monopoler

Jens Højgaard Jensen, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.

I sidste nummer af KVANT bragte vi opgaven (nr. 14):

Når et stof med permanente atomare magnetiske dipolmomenter anbringes i feltet mellem polerne i en elektromagnet, forstærker ensretningen af dipolerne feltet. Hvad skulle vi forvente, hvis de atomare magnetiske dipoler skyldtes par af henholdsvis nordpols- og sydpols- magnetiske monopoler og ikke kredsende ladninger? Begrund svaret.

Her er så løsning og kommentarer til opgaven.

Hvis de atomare magnetiske dipoler skyldtes par af henholdsvis nordpols- og sydpols- magnetiske monopoler er situationen analog til den i et dielektrika mellem to kondensatorplader. Her vil det elektriske felts ensretning af de elektriske dipoler i dielektrikaet mellem kondensatorpladerne medføre en negativ resulterende overfladeladning på den side af dielektrikaet, som vender imod den positivt ladede kondensatorplade, og en positiv resulterende overfladeladning på den side af dielektrikaet, som vender imod den negativt ladede kondensatorplade. Det elektriske felt mellem kondensatorpladerne svækkes derfor, når der anbringes et dielektrika imellem dem. På samme måde skulle vi forvente, at magnetfeltet imellem polerne i en elektromagnet ville blive svækket, når vi udfylder mellemrummet imellem polerne med et stof med permanente atomare magnetiske dipolmomenter, hvis dipolmomenterne skyldtes par af magnetiske monopoler. Da magnetfeltet som sagt forstærkes, skyldes de atomare magnetiske dipolmomenter derfor ikke par af magnetiske monopoler.

Selvom de magnetiske fjernfelter fra en kredsende ladning og fra et par af magnetiske monopoler er ens, er nærferterne det ikke, men tværtimod modsatrettede. Og det er nærferterne, der er afgørende for, om magnetfeltet inden i det magnetiske materiale er større eller mindre end magnetfeltet imellem elektromagnetens poler før materialet blev skudt ind imellem polerne.

Kommentarer

1. Ifølge en vandreanekdote – som jeg husker den – skulle fysikeren og filosofen Ernst Mach (1838–1916) være besvimet på grund af symmetribruddet, da han i sin ungdom for første gang ved Ørsteds forsøg med den strømførende ledning og kompasnålen så, at naturen i den helt højre- venstre- symmetriske forsøgsopstilling gjorde forskel på højre og venstre. Ernst Mach er også kendt for med sin antiontologiske opfattelse af naturen

så sent som i 1883 ikke at tillægge atomer anden eksistens end at være regnestørrelser.

Nu ved vi, at Ernst Mach ved at anskue magnetisme som en virkning af atomare kredsstrømme kunne være kommet sig hurtigt over sit symmetribrudschok. Enten bevæger de kredsende ladninger i kompasnålen sig imod højre, når de er nærmest den strømførende ledning, eller de bevæger sig imod venstre, når de er nærmest ledningen. Og deraf afhænger, til hvilken side kompasnålen slår ud.

Også breddeopgavens problem med magnetfeltsforstærkningen modsat svækkelsen af det elektriske felt i dielektrika peger imod de atomare kredsstrømme. Og det ser for mig ud til at være en lidt overset undervisningsmæssig pointe i lærebøgerne.

2. Opgaven er som breddeopgave betragtet atypisk. Den handler om en fysikintern problemstilling, som ikke kan formuleres i dagligdags sprog. I modsætning til den typiske breddeopgave, hvor den nøjere præcisering af opgavens problem i fysiske termer bliver et centralt punkt ved opgaveløsningen, er opgaven her derfor allerede formuleret i fysiktermer. Når den alligevel har været brugt som eksamensopgave skyldes det blandt andet et hensyn til efterfølgende at kunne inddrage dens pointe i undervisningen. Og den sikreste måde at tilvejebringe den mulighed på er, at opgaven indgår i samlingen af breddeeksamensopgaver. Som omtalt i tidligere artikler er breddemodulkurset i fysik på RUC tilrettelagt med samlingen af tidligere eksamensopgaver som vigtigste pejlemærke.

Vandstandsstigning og husopvarmning

Inden næste nummer af KVANT udkommer, kan læserne overveje løsningerne til disse to opgaver (nr. 15, fra sommereksamen 1997, og nr. 16, fra vintereksamen 1977):

For at rense en brønd pumpes den tom for vand. Vandtilstrømningen til brønden kan ses at komme fra kilder nær ved bunden. Hvordan stiger vandstanden i brønden efter tømningen, som tiden går? Begrund svaret. og

Ved ankomsten til et koldt hus tændes elvarmepanelerne. Hvordan ændrer temperaturen sig i huset som funktion af tiden? Begrund svaret.

Løsninger og kommentar bringes i næste nummer af bladet.