

Magnetisme

Ivar Svalheim Haugerud
Universitetet i Oslo

(Dated: 4. mai 2018)

Abstract. Magnetisme er kult, Skår er tøff.

I. INTRODUKSJON

II. TEORI

Hele den klassiske elektromagnetisme kan beskrives ved hjelp av fire partielle differensiallikninger. Disse likningene beskriver elektriske \mathbf{E} og magnetiske \mathbf{B} felt, og forklarer Lorentz kraften, klassisk optikk og elektriske kretser. Likningene kan skrives på flere måter, og på flere former. I denne rapporten velger vi å bruke følgende:

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (1)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (2)$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad (3)$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \left(\mathbf{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) \quad (4)$$

I likningene er ρ den elektriske tettheten, og ϵ er permittiviteten, som beskriver motstanden et medie har mot et påtrykt elektrisk felt. I disse likningene brukes ϵ_0 , som er en naturkonstant, som angir permittiviteten i vakum. μ er et mål på materialers evne til å magnetiseres av et ytre påtrykket magnetfelt. I disse likningene brukes vakuumpermeabiliteten μ_0 som er en naturkonstant, som angir permeabiliteten i vakum. Permeabiliteten i et materialet kan skrives som produktet av vakuumpermeabiliteten, og den relative permeabiliteten μ_r . Fra dette kan en få den dimensjonsløse egenskapen magnetiske susceptibiliteten $\chi = \mu_r - 1$. Den magnetiske susceptibiliteten forteller oss om materialet er tiltrukket, eller frastøtet, av materialet. Den magnetiske susceptibiliteten beskrives hva slags magnetisk materialet vi ser på. Superledere er perfekte diamagneter, de setter opp et magnetfelt som eksakt kanselerer et påtrykt magnetfelt, $\chi = -1$. \mathbf{J} beskriver strømtetthet, det vil si elektrisk strøm I gjennom et flateareal A .

Maxwell's likninger kobler sammen elektriske og magnetiske felt. Magnetiske felt stammer fra ladde partikler i bevegelse. Elektronet har også en egenspin, som gjør at elektronet kan sees på som et dipol. I

atomer beveger elektroner seg i bane rundt atomet, og danner et magnetfelt fra angulærmomentet. Hvordan angulærmomentet til de forskjellige elektronene rundt materialet er satt sammen, avgjør de magnetiske egenskapene til materialet atomet består av. Dette resulterer i forskjellige typer magnetiske materialer: diamagnetiske, paramagnetiske og ferromagnetiske.

A. Diamagnetisme

De aller fleste materialer er ikke magnetiske. Slike materialer kaller vi for diamagnetiske materialer, som klasifiseres ved at de ikke er magnetiske, uten en ytre påvirkning. Materialet kan bli magnetisert ved å påtrykke et ytre magnetfelt som vil elektronorbitalene deformeres. Ved Lenz regel vil dette motsette seg forandringen av feltstyrken. Dette betyr at diamagnetiske materialer danner et magnetfelt som motsetter seg det ytre påtrykte magnetfeltet. Dette betyr at den magnetiske susceptibiliteten til materialet er negativ $\chi < 0$. Lenz regel gjelder for alle atomer, og følgelig alle materialer, men denne effekten er svært liten iforhold til andre magnetiske effekter. Selv om den er liten er den viktig siden den påvirker alle materialer. Det kan vises, med utgangspunkt i potensiell energi for en magnetisk dipol, med dipolmoment μ , i et magnetfelt, at den magnetiske kraften som virker er gitt av

$$F_Z = -\frac{\chi}{2\mu_0} A (B_1^2 - B_2^2). \quad (5)$$

Hvor B_1 og B_2 er magnetfeltet på tvers av symetriaksen til staven, i henholdsvis bunn og toppen av staven.

B. Paramagnetisme og ferromagnetisme

III. EKSPERIMENTET

IV. RESULTATER

[1] Squires, G.L. Practical Physics, Cambridge University Press, 2001.