FYS1120 Elektromagnetisme

Ukesoppgave 9

Oppgave 1

a) Finn selvinduktansen L til en lang, tettviklet solenoide ved hjelp av

i) definisjonen $L = \dfrac{\Phi}{I}$,

ii) den totale magnetiske energien $W_\mathrm{m} = \frac{1}{2}LI^2$.

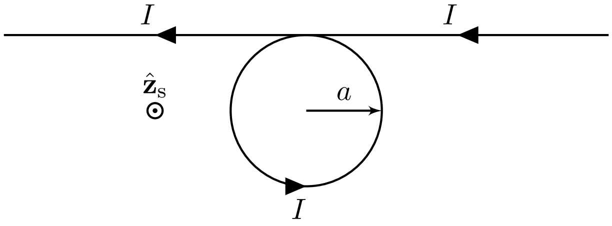
Anta at solenoiden består av en kjerne med permeabilitet μ og radius a. Ta utgangspunkt i resultatet fra forrige ukesoppgave.

b) Dersom antall viklinger fordobles (og alt annet er som før), hva skjer med selvinduktansen?

c) Anta at strømmen i spolen reduseres lineært fra I_0 til 0 i løpet av tiden τ. Finn den induserte spenningen som funksjon av I_0, τ og L. Hvorfor gnistrer det når vi trekker ut støpselet til en støvsuger?

Oppgave 2

Gitt en lang, rett, tynn leder. Denne er bøyd slik at det dannes en sirkulær sløyfe med radius a. Lederen fører strømmen I. Finn et uttrykk for den magnetiske flukstettheten $\mathbf{B}$ i sentrum av sløyfen.



Oppgave 3

I et ellers uniform magnetfelt bringes det inn et sylindrisk legeme. Sylinderen antas å være uendelig lang. Figur 1 på siste side viser magnetiske flukslinjer i et snitt vinkelrett på sylinderaksen. Oppgaven består i, for hver figur, å angi hva sylinderen består av, av følgende alternativer:

a) Diamagnetisk materiale, $0 < \mu_\mathrm{r} < 1$.

b) Ideelt diamagnetisk materiale, $\mu_\mathrm{r} = 0$.

c) Paramagnetisk eller ferromagnetisk materiale, $\mu_\mathrm{r} > 1$.

d) Ideelt ferromagnetisk materiale, $\mu_\mathrm{r} = \infty$.

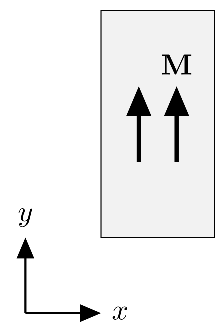
e) Elektrisk leder ($\mu_\mathrm{r} = 1$), som fører en elektrisk strøm som er jevnt fordelt over lederens *tverrsnitt.*

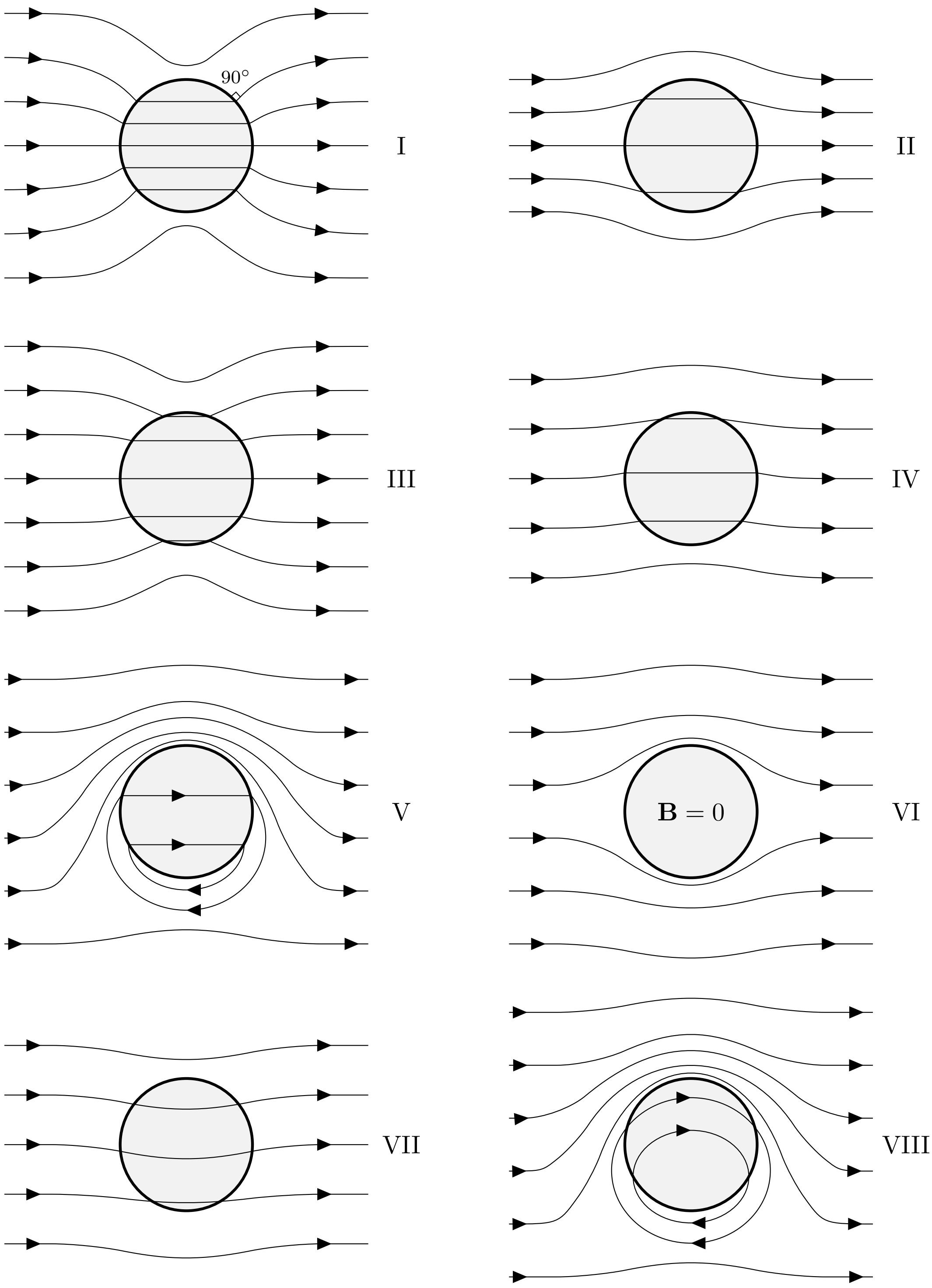
f) Elektrisk leder ($\mu_\mathrm{r} = 1$), som fører en elektrisk strøm som er jevnt fordelt over lederens *overflate.*

Oppgave 4

For spesielt interesserte: Finne **H** *og* **B** *fra en permanentmagnet numerisk.* Les eksempel 3.14 i kompendiet. Se spesielt på det som står om metode (iii), som egner seg godt til numeriske beregninger. Vi ser på en to-dimensjonal permanentmagnet, dvs. en stav med høyde d i y-retning og bredde a i x-retning. I z-retning er den uendelig, slik at vi kan se bort fra denne dimensjonen. Staven har uniform magnetisering $\mathbf{M} = M\hat{\mathbf{y}}$. Bruk den elektrostatiske analogien i den nevnte metoden (iii), og den numeriske metoden fra ukesoppgave 3, oppgave 2d), til å finne **H** og **B** fra en permanentmagnet.

Hint: Siden $\nabla \cdot \mathbf{M} = 0$ overalt bortsettfra på den nedre og øvre overflaten til magneten, vil den analoge romladningstettheten være null overalt, så vi må løse Laplace' ligning for et "skalarpotensial" ψ. Analogien innebærer videre at det er en analog "flateladningstetthet" $\rho_\mathrm{s} = -M$ på den nedre overflaten, og $\rho_\mathrm{s} = M$ på den øvre. Disse representerer vi ved tilsvarende "romladningstettheter" ρ og $-\rho$ på henholdsvis topplokk og bunn, begge med tykkelser lik 1 enhet i rutenettet, dvs. $\rho = \rho_\mathrm{s}/1 = M$. Metoden fra ukesoppgave 3, oppgave 2d) kan derfor brukes til å finne **H**. Finn også **B**. Kontroller til slutt at **H** og **B** blir kvalitativt som forventet (se eks. 3.13-3.14 i kompendiet). Resultatet for **B** vil bli unøyaktig rett ved topplokket og bunnen, siden **H** og **M** er diskontinuerlige der (mens **B** egentlig skal bli kontinuerlig).





Figur 1: Skissene I-VIII av de magnetiske flukslinjene for en sylinder i magnetfelt.