

FYS1120: Uke 34 - Numerikk 1

Oppgaver i FYS1120-Elektromagnetisme gitt ved UiO høsten 2010. For enkelhets skyld bruker oppgaveteksten punktum som desimalskilletegn, selv om dette er vanligere i engelsk enn i norsk.

Visualisering av felter

I denne oppgaven skal vi visualisere elektriske felter og potensial fra punktladninger. Vi vil gjennom hele oppgaven bruke dimensjonsløse størrelser, som betyr at du kan se bort fra konstanter i alle uttrykk. Det legges opp til bruk av MATLAB, men det er også tillatt å bruke andre programmeringsverktøy. Dersom du er helt ukjent med MATLAB kan det være en fordel å lese gjennom *Matlabheftet* for MAT1110, som du finner på MAT1110s semestersider. Kapitlene 1-6, 9-10, 11 (litt avansert) og 14 er nyttige for FYS1120. Forøvrig kan det meste finnes ut av ved hjelp av dokumentasjonen, som du får tilgang til gjennom `help` og `doc`.

MATLAB-kommandoer

Under følger noen nyttige kommandoer som brukes når vi skal visualisere felter i MATLAB. Vi begynner med å lage et diskret gitter:

```
>> x = linspace(a,b,N);  
>> y = linspace(a,b,N);  
>> [X,Y] = meshgrid(x,y);
```

`linspace` lager en vektor med N punkter mellom a og b . `meshgrid` returnerer matriser med koordinatene til gitterpunktene som utspennes av vektorene x og y . Disse matrisene kan gjennomløpes, og feltet beregnes i hvert punkt. Vær oppmerksom på at `meshgrid` bytter om x og y i forhold til det man kanskje skulle forvente, som diskutert på torsdagstimen.

Når vi har beregnet feltene kan de visualiseres ved hjelp av følgende kommandoer:

- `quiver(X,Y,Ex,Ey)`
- `streamline(X,Y,Ex,Ey,X,Y)`
- `mesh(X,Y,U)`
- `surf(X,Y,U)`
- `contour(X,Y,U)`
- `colorbar`
- `surfc(X,Y,U)`
- `meshc(X,Y,U)`

`quiver` lager et vektorplott av vektorene $[E_x, E_y]$ på punktene i matrisene $[X, Y]$. `streamline` plotter feltlinjene¹ til feltet. `mesh` og `surf` plotter overflater. `contour` lager et konturplott av potensialet U , og bør brukes sammen med `colorbar`. `surfc` og `meshc` er kombinasjoner av konturplott og hhv. `surf` og `mesh`. Detaljer får du opp ved å skrive `help quiver` etc.

¹Navnet *streamline* kommer fra fluidodynamikk, der feltene er hastighetsfelt. En testpartikkel som slippes ned i hastighetsfeltet vil følge en strømlinje. I elektromagnetisme er feltet et kraftfelt, og da bør vi bruke betegnelsen feltlinjer. En partikkel som slippes i feltet vil få en akselerasjon som gitt av feltet, men vil ikke følge feltlinjene. Fordi funksjonen heter *streamline* er det lett å forveksle disse begrepene, slik som Jørgen gjorde på timen 26.08.

Oppgave 1: Elektriske felter fra punktladninger

- a) Bruk MATLAB-kommandoene over for å lage et gitter på $(0,1) \times (0,1)$ med 20 punkter i hver retning. Plasser en punktladning med ladning $q = 1$ i $(0.5, 0.5)$. Gjennomløp gitteret og beregn det elektriske feltet i alle punkter. Lag et vektorplott av feltet.
- b) Legg inn et feltlinjeplott i figuren fra a).
- c) Utvid programmet til å gjelde flere punktladninger med vilkårlige ladninger plassert i vilkårlige posisjoner i gitteret. Plasser ladninger $q = (1, -1)$ i posisjonene $(1, 0)$ og $(0, 0)$. Lag vektorplott og feltlinjeplott.
- d) Plasser ladninger $q = (-1, 2, -1)$ i posisjonene $(0.5, 0.2)$, $(0.5, 0.5)$ og $(0.5, 0.8)$. Lag vektorplott og feltlinjeplott.

Oppgave 2: Elektrisk potensial fra punktladninger

- a) Bruk samme gitter som i oppgave 1. Gjennomløp gitteret og beregn det elektriske potensialet fra en partikkel med ladning $q = 1$ i $(0.5, 0.5)$. Lag et konturplott ved å bruke `contour` og `colorbar`.
- b) Utvid programmet til å gjelde flere punktladninger med vilkårlige ladninger plassert i vilkårlige posisjoner i gitteret. Plasser ladninger $(-1, 2, -1)$ i posisjonene $(0.5, 0.2)$, $(0.5, 0.5)$ og $(0.5, 0.8)$. Lag konturplott. Her kan det lønne seg å bruke `surf`.
- c) Gjør gitteret finere ved å velge flere punkter i x og y . Hvordan påvirker dette resultatet? (Ikke glem aksestørrelsen.) Hva skjer når gitteret blir uendelig finmasket?
- d) (valgfri) Plott ladningene med markørstørrelse etter ladningsstørrelse i samme figur. Legg også inn fargekode for positiv og negativ ladning.