Ladd partikkel i magnetfelt i Python

Navn: _____ Dato: _____

Koden på nett

Et proton med farten $3{,}09 \cdot 10^5$ m/s kommer inn i et magnetfelt på 50 mT. Vi regner ut kraften $F = qv \times B$ i små tidssteg og ser hvordan banen blir. Stemmer den med formelen for radien? Og hva skjer når vi legger til et elektrisk felt?

Oppgaver

1. **Gjett** Protonet starter i origo med farten mot høyre, og B peker ut av planet. Bøyer banen oppover eller nedover? Kjør steg 1 og sjekk.

2. **Kjør** Kjør steg 2. Hvor godt stemmer radien med formelen $r = mv/(qB)$? Hva skjer med farten? Burde den endre seg?

3. **Undersøk** Prøv tidssteget dt = 1e-8 og dt = 1e-10. Hvordan påvirker tidssteget radien og farten? Lag gjerne simuleringen lengre, for eksempel t_slutt = 1e-5, og se på banen.

4. **Forklar** I Eulers metode legger vi til en liten fartsendring $\Delta v = (F/m) \cdot \Delta t$ som står vinkelrett på farten. Tegn v og Δv som vektorer, og forklar hvorfor farten blir litt større for hvert steg.

5. **Kjør** Gjør endringene i steg 3. Hvordan ser banen ut nå? Forklar hvorfor ut fra kreftene.

6. **Undersøk** Sett `E = 0.9 * v0 * B` og så `E = 1.1 * v0 * B`. Hvordan ser banene ut? Skriv ut hvor langt protonet kommer fra x-aksen.

7. **Utfordring** Gjør programmet tredimensjonalt med numpy-vektorer: `v = np.array([v0, 0.0, 1.0e5])`, `Bvek = np.array([0.0, 0.0, B])` og `a = q * np.cross(v, Bvek) / m`. Protonet har nå en fartskomponent langs feltet. Plott banen i 3D. Hvor langt beveger protonet seg langs feltet på ett omløp? Hva har dette med nordlys å gjøre?