

# PROSJEKT : SIMULERING AV PARTIKLER I SOLATMOSFÆREN

## SAMMENDRAG

I dette prosjektet skal man jobbe sammen med fysikere på ITA, UiO og se på simulerte partikler (elektroner og protoner hovedsakelig) sin bevegelse i atmosfæren til sola. Målet med simuleringene er å karakterisere hvordan partikler blir akselerert i solatmosfæren. Gjennom observasjoner av soleksplosjoner (solar flares) ser man at partikler blir akselerert til veldig høye hastigheter (også relativistiske). Til nå vet vi lite om hvilke mekanismer som står bak denne akselerasjonen. I simuleringen blir partikler plassert i et stillbilde av en solatmosfære. En slik partikkel kalles en test-partikkel fordi den skal representere en vilkårlig partikkel fra det området hvor den blir plassert. Deretter simulerer man bevegelsen til partikkelen og kan studere banen og om den ble akselerert eller ikke. Problemet er at man ikke har regnekraft nok til å simulere test-partikler med alle slags startposisjoner og starthastigheter. Derfor må man sample initialbetingelsene på en smart måte slik at man simulerer partikler som faktisk blir akselerert. Denne samplingen må også være statistisk representativ, slik at vi kan si noe om hvor sannsynlig det er at en vilkårlig partikkel blir akselerert.

## DATASETET

Datasettet vil bestå av et antall simuleringer av  $N$  partikler. I hver av simuleringene vil startposisjonen til partiklene være fordelt på forskjellige måte, f.eks. jevnt fordelt utover hele domenet, eller i et lite isolert området. Starthastigheten bestemmes ut fra temperaturen til atmosfæren der partikkelen blir plassert.

## SPØRSMÅL

Fra hvilke områder og fra hvilke hastigheter er det sannsynlig at mange partikler blir akselerert? Hvor sannsynlig er det at en vilkårlig partikkel blir akselerert? Hvordan bør man sample partikler fra atmosfæren hvis man ønsker å ha en god måling (liten statistisk varians) på høyenergiske partikler?

## MOTIVASJON

Man har allerede gode simuleringer av solatmosfæren hvor man antar at atmosfæren følger magnetohydrodynamikk-(MHD) likningene. Dvs. at man behandler atmosfæren som et fluid, men hvor fluid-elementene består av ladde partikler, i motsetning til luft og vann hvor partiklene er nøytrale. Ladde partikler påvirkes av og setter opp elektriske og magnetiske felter, derav prefixen “magneto”. Men, under enkelte fenomener på sola, som i soleksplosjoner, ser det ut til at fluid-antagelser brytes ned. Hastighetsfordelingen blant partiklene i fluidet går fra å være Maxwell-Boltzmann distribuert (som de må være for å kunne kalles et fluid) til å ha en “power-law” i den høyenergiske halen. Power-law eksponenten ser ut til å variere med størrelsen på soleksplosjonen.

Dette betyr at man må simulere atmosfæren på partikkelnivå istedenfor fluid-nivå for å få en god modell av hva som faktisk skjer. Dessverre er det med dagens regnekraft urealistisk å simulere slike fenomener med ren partikkel-modell. Derfor vil man bruke en kombinasjon av fluid og partikkel-simulering i dette prosjektet.

#### OM SIMULERINGEN

Partikler plasseres i et stillbilde av en magnetohydrodynamikk (MHD)-simulering, hvor hver partikkel blir gitt en starthastighet og startposisjon i tre dimensjoner slik at bevegelseslikningen til partikkelen (Lorentz-kraften) kan integreres og vi får en bane. Lorentz-kraften beskriver ladde partiklers bevegelse i et elektromagnetisk felt, og det er stillbildet fra MHD-simuleringen som bestemmer hvordan dette feltet ser ut. Partiklene vekselvirker ikke med hverandre, og de påvirker ikke feltet.