

Nordlys i verdensrommet

av Ove Havnes

Vi vil her ikke gå inn på nordlyset som vi kjenner det fra jorden, men kort omtale andre steder i verdensrommet hvor vi har observert nordlyslignende fenomen eller hvor vi kan vente å finne beslektede fenomen.

Planetsystemet

Vi vet i hvert fall at foruten Jorden har planetene Merkur, Jupiter og Saturn magnetosfærer. Det vil si at de har magnetfelt som er såpass sterkt at det klarer å motstå trykket fra solvinden og danne et slags hulrom omkring planeten. Dette hulrommet, som vi kaller for planetens magnetosfære, har forskjellig form fra planet til planet. I figur 1 viser vi magnetosfærene for Merkur, Jorden og Jupiter og som en sammenligning har vi også tegnet inn hvorledes magnetfeltet omkring en planet ville se ut dersom det ikke ble deformert av f.eks. solvinden. Dette siste tilsvarer magnetfeltet fra en kort stavmagnet. Det viser seg også fra målinger foretatt med romsonden Pioneer II at Saturn har en magnetosfære som ligner på det en stavmagnet ville gi. Vi vet at det ikke er magnetosfærer av betydning omkring Venus og Mars, men en kan ikke utelukke at slike finnes omkring de ytre planetene Uranus og Neptun.

En venter derfor nordlysaktivitet på i hvert fall Merkur, Jupiter og Saturn. Lyset fra denne kan ikke observeres fra jorden, men en har lenge observert radiosignaler fra Jupiter som kommer fra energirike elektroner i planetens magnetfelt. Styrken på disse radiosignalene varierer, og en kan finne ut hvilken energi elektronene som forårsaker disse må ha. Det viser seg at energiene er store, enda større enn for nordlyselektronene i jordens magnetfelt. Fra satellitter har en nå også observert sterke radiosignaler som sendes ut fra polområdene på jorden, og styrken av disse signalene ser ut til å ha sammenheng med styrken på nordlyset.

Radiosignaler fra Saturn tyder på at også denne planeten har en form for nordlysaktivitet, men romsonden Pioner II målte et relativt svakt magnetfelt og et mindre antall energirike partikler i magnetosfæren til Saturn enn ventet. Dette kan ha sammenheng med at Saturns ringer sveiper opp praktisk talt alle

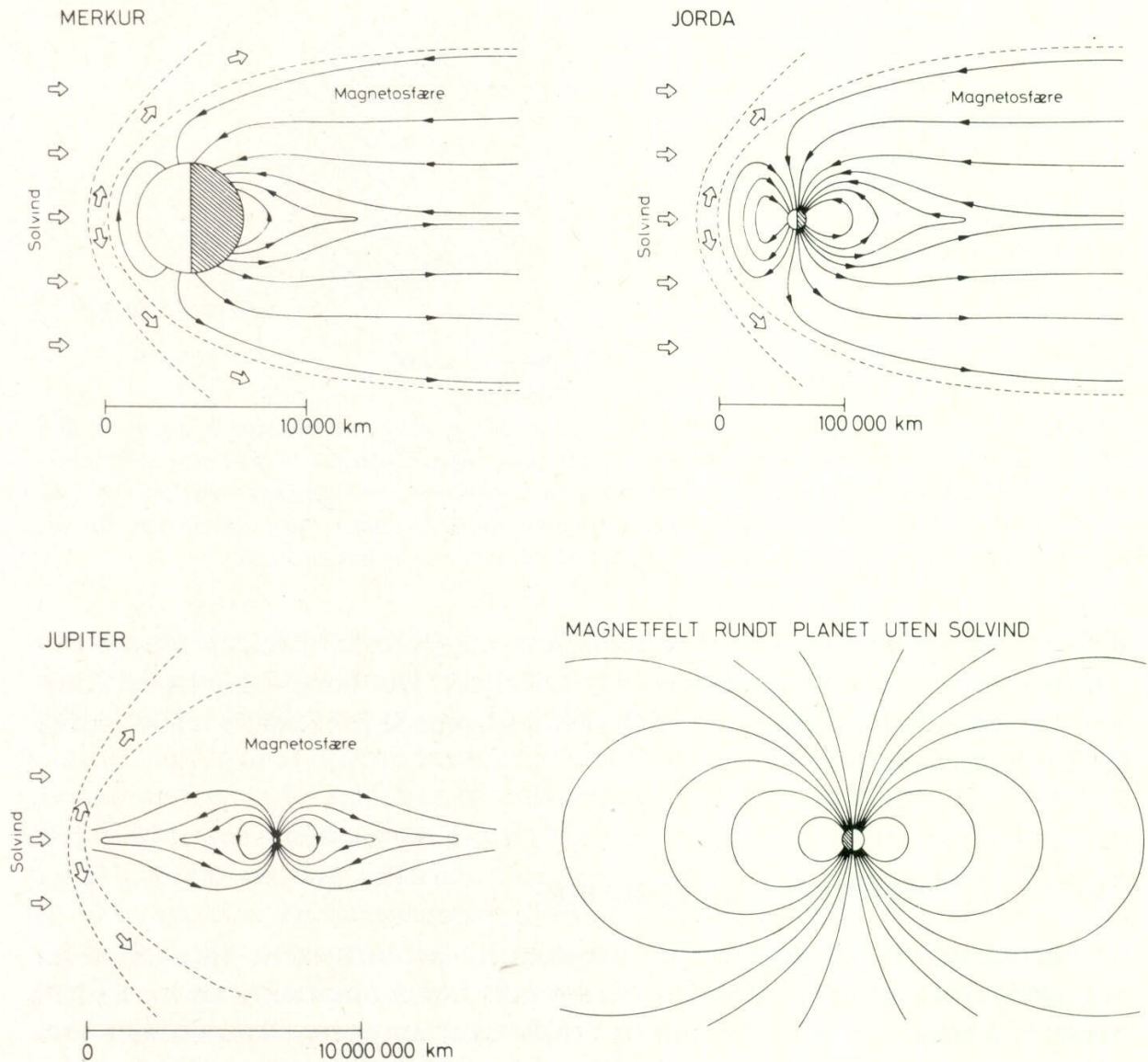


Fig. 1
Magnetosfæren rundt de tre planetene Merkur, Jorden og Jupiter. En ser hvordan solvinden har forandret magnetfeltet rundt disse planetene. I den siste figuren vises magnetfeltet omkring en planet som ikke er utsatt for solvind.

partikler fra magnetosfæren som kommer så nær planeten at de må passere gjennom ringene.

Optisk nordlys, det vil si nordlys som sender ut vanlig lys, har en foruten på Jorden, kun observert på Jupiter. Dette skjedde ved Voyager romsondens passasje av Jupiter i første halvdel av 1979.

Nordlyslignende prosesser er sannsynligvis også viktige på solen. Mye tyder på at utbrudd på solen, hvor en kan se et raskt lysbluss på en liten del av soloverflaten og hvor det samtidig, fra det samme området, sendes ut hurtige partikler, forårsakes av lignende prosesser som de vi finner i jordens magnet-

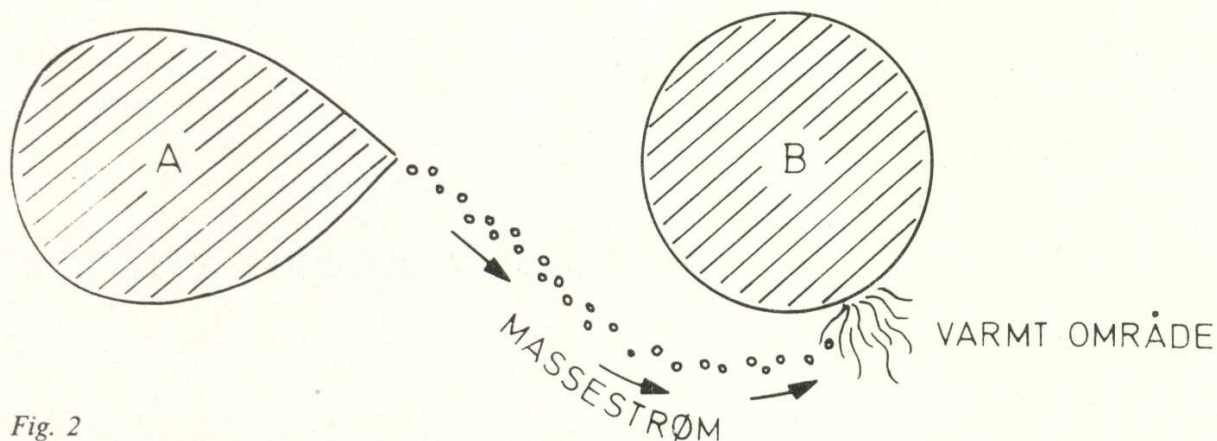


Fig. 2

Nære dobbeltstjerner med masseoverføring. Fra stjerne A går det en massestrøm til stjerne B. Der massestrømmen treffer atmosfæren til stjerne B får vi et «nordlysområde» - men med mye høyere energier - helt opp i røntgenområdet. Dersom stjerne B er en dvergstjerne eller nøytronstjerne, kan det varme området få høy nok temperatur til at kjernereaksjoner kan finne sted i atmosfæren. Da kan stjerne B øke fra 100 - 10 000 ganger i lysstyrke. Dette kaller vi et novautbrudd.

osfære. De tilsvarende fenomen i jordens magnetosfære kalles magnetiske stormer, og lysblussene disse fører til er nordlyset. Det finnes også en del andre fenomen på solens overflate som kan skyldes lignende prosesser som de som på jorden lager nordlys.

Nordlys utenfor planetsystemet

Vi har til nå omtalt nordlys på planetene i vårt solsystem og også nevnt muligheter for «nordlys» på solen. Kan nordlys også observeres andre steder i universet? Som vi har sett er nordlys forårsaket av energirike partikler som kolliderer med atomer og molekyler. Dette fører til at det sendes ut lys. Dersom partiklene som kommer inn har svært stor energi, vil det meste av det lyset som skapes i kollisjoner med andre partikler ikke kunne sees av det menneskelige øyet. Det lyset som da sendes ut vil for en stor del være det som vi kaller for røntgenstråling. Slik røntgenstråling produseres det litt av i jordens nordlysområder. Røntgenstrålingen fra jordens nordlys og fra andre steder utenfor jorden kan ikke observeres fra jordoverflaten på grunn av at atmosfæren stopper slik stråling. Av den grunn har en først de siste 10-15 årene ved hjelp av instrumenter i raketter og satellitter kunnet oppdage og undersøke røntgenstrålingen fra disse stedene.

Dersom det hadde vært vanlig nordlys på stjernene ville det vært vanskelig å skille dette nordlyset fra det lyset som stjernen ellers sender ut og som skyldes kjerneprosesser i stjernens indre. Det normale lyset fra en stjerne inneholder vanligvis lite røntgenstråling, og vi kan derfor studere nordlyset på stjerner ved å undersøke røntgenstrålingen som lages når energirike partikler treffer stjerneatmosfæren. Vi kjenner en rekke stjernetyper hvor dette skjer.

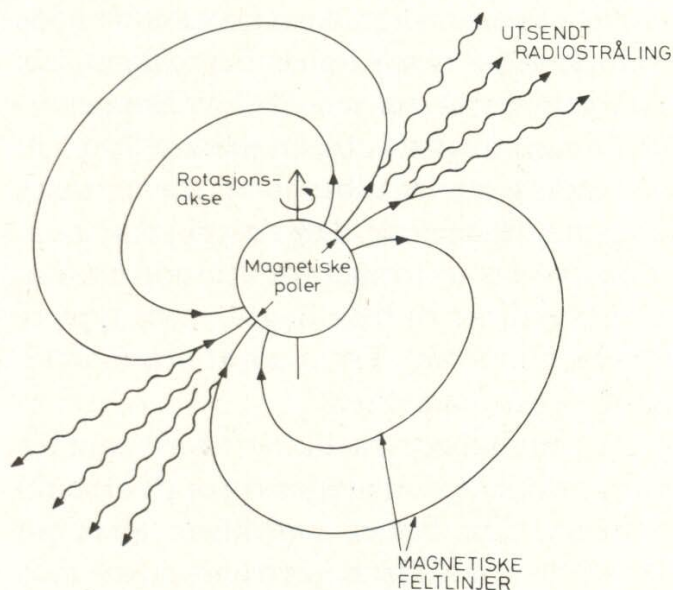


Fig. 3

En pulsar (nøytronstjerne) med sterkt magnetfelt. Den magnetiske pol er på et annet sted enn rotasjonspolen. Dette fører til at vi kun ser stråling fra pol-områdene med periodiske mellomrom på samme måte som med lyset fra et fyrstårn. Figuren viser en mulig modell for pulsarens radioutstråling. Det er foreslått en rekke andre modeller for radioutstrålingen fra disse hvor emisjonen kommer fra deler av pulsarens magnetosfære. En kan ennå ikke med sikkerhet si hva som er den riktige modell.

I flere dobbeltstjernesystem hvor to stjerner er så nær hverandre at de helt eller nesten berører hverandre, observerer en røntgenstråling som har sammenheng med at det strømmer gass fra den ene stjernen til den andre (fig. 2). I et slikt system, hvor stjernene er omtrent som solen både av størrelse og masse, vil partiklene som faller ned mot stjerneoverflaten få langt mindre energi enn i et system hvor den stjernen som mottar masse er mindre og tettere. Mest energi får partiklene når mottagerstjernen er enten en hvit dvergstjerne (radius 1000 til 10 000 km), eller en nøytronstjerne (radius 10 til 20 km).

I de to siste stjernetypene vil tyngdekraftene bli svært store, og de innfallende partiklene blir akselererte opp til høye hastigheter med stor energi. Det vil derfor bli produsert mye røntgenstråling. Slike stjerner vil ofte ha magnetfelt i likhet med jorden, men magnetfeltene vil som regel være meget sterkere. På nøytronstjerner kan magnetfeltet være 10 billioner (dvs. 10^{13}) ganger sterkere enn magnetfeltet på jordens overflate. Et så sterkt felt vil kunne styre partikler med meget høy energi slik at disse treffer stjerneatmosfæren i nærheten av de magnetiske poler på samme måte som jordens magnetfelt styrer nordlyspartiklene.

De magnetiske poler kan ligge helt andre steder på stjerneoverflaten enn de geografiske poler (dvs. der stjernens rotasjonsakse går gjennom overflaten). Av den grunn vil de magnetiske poler, som følger med i stjernens rotasjon, bare komme til syne til visse tider. Det samme vil være tilfellet med røntgenstrålingen som sendes ut fra de samme områdene. Den vil av og til være svak for så å øke i styrke når det området den produseres i kommer til syne. Røntgenstrålingen vil altså variere. Dette er observert fra mange «røntgenstjerner» (fig. 3).

Det finnes en annen viktig type av røntgenstrålesendere av variabel type. Disse sender ut røntgenstråling i form av enormt sterke utbrudd som ikke følger etter hverandre med så regelmessige mellomrom som de ville gjort

dersom det var rotasjonen som forårsaket variasjonen. Slike stjerner er blant de sterkeste røntgenkilder på stjernehimmelen. De fleste finnes i retning av vår galakses (Melkeveisystemets) sentrum og sender ut omtrent 80% av røntgenutstrålingen derfra. I et utbrudd kan utstrålingen fra disse objektene øke 10 ganger i løpet av et sekund. Ved maksimal utstråling sender disse objektene ut minst 10 000 ganger mer energi bare i røntgenområdet enn den energi som solen sender ut over alle bølgelengder. Det observeres to former for utbrudd hvorav type I opptrer med mellomrom på fra flere timer til flere dager, mens type II gjentas med bare sekunder til minutters mellomrom. En antar at utbruddene kommer fra nøytronstjerner som har et sterkt magnetfelt.

En mener at magnetfeltet først stopper innfallende partikler i en avstand fra stjernen på ca. 1000 km inntil vekten av partiklene som bygger seg opp er i stand til å overvinne trykket fra magnetfeltet. Da bryter partiklene gjennom magnetfeltet, og ca. et sekund senere rammer partiklene nøytronstjernen med en hastighet nær opp til lyshastigheten og forårsaker et utbrudd av røntgenstråling — en noe uvanlig «nordlysaktivitet», men tross alt et beslektet fenomen. Et enda mer ekstremt resultat av «nordlysaktivitet» på disse stjerner er den prosess som er foreslått for å forklare de mer sjeldne type I utbrudd. Denne går ut på at de partikler, hovedsakelig protoner, som faller inn på nøytronstjernen smelter sammen med andre protoner (en såkalt fusjonsprosess) og danner helium. Dette kan være mulig på grunn av de høye energier på de innfallende partikler og den høye temperatur som dannes i de områder de faller ned på stjernen. Etter at temperatur, trykk og tetthet av helium har bygget seg tilstrekkelig opp kan også heliumet plutselig gjennomgå en fusjonsprosess. Tyngre elementer blir da dannet, samtidig som denne prosessen, som bare varer en meget kort tid, også vil forårsake et utbrudd av røntgenstråling. Dette er det samme som en superatombombeeksplosjon i atmosfæren på stjernen.

I de foregående eksempler er beskrevet fenomen som forklares ved prosesser som er beslektet med dem som fører til nordlys her på jorden, selv om prosessene i jordens atmosfære i energiinnhold og utstrekning er beskjedne i sammenligning. I energiinnhold ligger jordens magnetosfæriske prosesser nederst på en skala som går fra en svak utsendelse av synlig lys til de enorme energier som utsendes i røntgenområdet fra de tidligere omtalte røntgenstjernene.

I størrelse plasserer jorden seg noe bedre. Minst er røntgenstjernene som med sin stjernediameter på ca. 10-20 km og en magnetosfæreradius på kanskje ikke mer enn 1000 km blir små selv sammenlignet med jorden med sin radius på 6400 km og magnetosfæreradius på ca. 60 000 km. Jordens magnetosfære er allikevel ikke stor sammenlignet med den magnetosfærelignende struktur med utstrekning på millioner av lysår en finner omkring enkelte radiogalakser av den såkalte hode-hale type.

Fenomen som er beslektet med de som fører til nordlys, er relativt vanlige i planetsystemet og i verdensrommet for øvrig. Våre undersøkelser omkring

jorden av vekselvirkningen mellom solvinden og magnetosfære med påfølgende nordlysaktivitet har pågått i mange tiår. I den siste tiden har vi fått informasjon ved å sende raketter og satellitter inn i de områdene hvor prosessene som fører til nordlys finner sted. Dette, sammen med teoretiske arbeid har gitt oss en grundig viten om nordlyset og dets årsaker. Det er også blitt klart at denne viten er av helt grunnleggende betydning for vår forståelse av tilsvarende fenomen i universet.