Astrofysik

Ugeseddel 4 **2007**

Ved forelæsningerne 25/4 og 27/4 diskuterer Torben Arentoft variable stjerner, herunder de asteroseismiske studier ved IFA (*Fundamental Astronomy*, Kapitel 13, samt den udleverede artikel af Kjeldsen & Bedding). Endvidere behandler han stjernehobe og hvordan de kan bruges til at teste stjernemodeller (*Fundamental Astronomy*, Kapitel 16). Endelig fortæller han kort om Mælkevejssystemet (*Fundamental Astronomy*, Kapitel 17; diskussionen af rotation i afsnit 17.3 behandler vi kun kursorisk).

2. maj diskuterer jeg egenskaber ved andre galakser (*Fundamental Astronomy*, Kapitel 18). Husk at 4. maj er Bededag (og jeg er på besøg hos mit barnebarn i Italien).

På de næste sider af denne ugeseddel er der en kort opdateret diskussion af emissionsmekanismen i pulsarer. Endvidere giver jeg lidt yderligere materiale om stjernehobe, og om teoretiske isokroner der beskriver fordelingen af stjerner i en hob.

Ved øvelserne 1. og 2. maj gennemgår vi

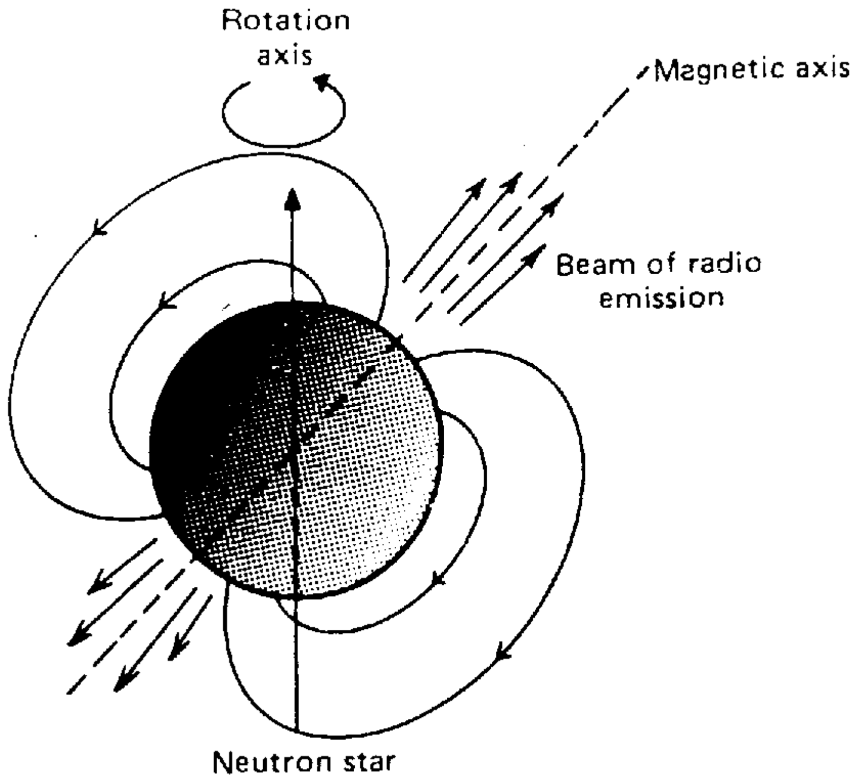
- De udleverede opgaver 12 og 13.
- *Opgavesamling til A4 Astrofysik I*, opgave 32.
- *Opgavesamling til A4 Astrofysik I*, opgave 22. Overvej i spørgsmål E) hvordan man ville eftervise denne hypotese observationelt (resultaterne er nok en smule mere komplicerede nu end da opgaven oprindelig blev stillet).
- *Opgavesamling til A4 Astrofysik I*, Vintereksamen 1988/89, opgave 1. Her henvises der til *massedefekterne* for kernerne. Vi kan i stedet bruge værdier for bindingsenergien Q per nukleon (se *Fundamental Astronomy*, ligning 10.19): $Q = 7.07403$ MeV for ^{4}He; $Q = 7.68020$ MeV for ^{12}C; $Q = 8.64270$ MeV for ^{56}Ni. Desuden skal I bruge at for en hvid dværg er sammenhængen mellem masse og radius
$$M = 0.7 \left(\frac{10^4 \,\mathrm{km}}{R} \right)^3 M_\odot \; ,$$
svarende til proportionaliteten $R \propto M^{-1/3}$ givet side 283 i *Fundamental Astronomy*.
- *Astrofysik*, sommereksamen 2005, opgave 1 (se de udleverede *Eksamensopgaver i Astrofysik 1998 – 2006*).
- *Eksamensopgaver i Astrofysik*, Vintereksamen 2005/06, opgave 1.

Udleveret materiale:

- *Eksamensopgaver i Astrofysik 1998 – 2006*
- H. Kjeldsen & T. Bedding: "Observationer af stjerneskælv: seismiske undersøgelser af stjernernes indre", *Kvant*, januar 2004.

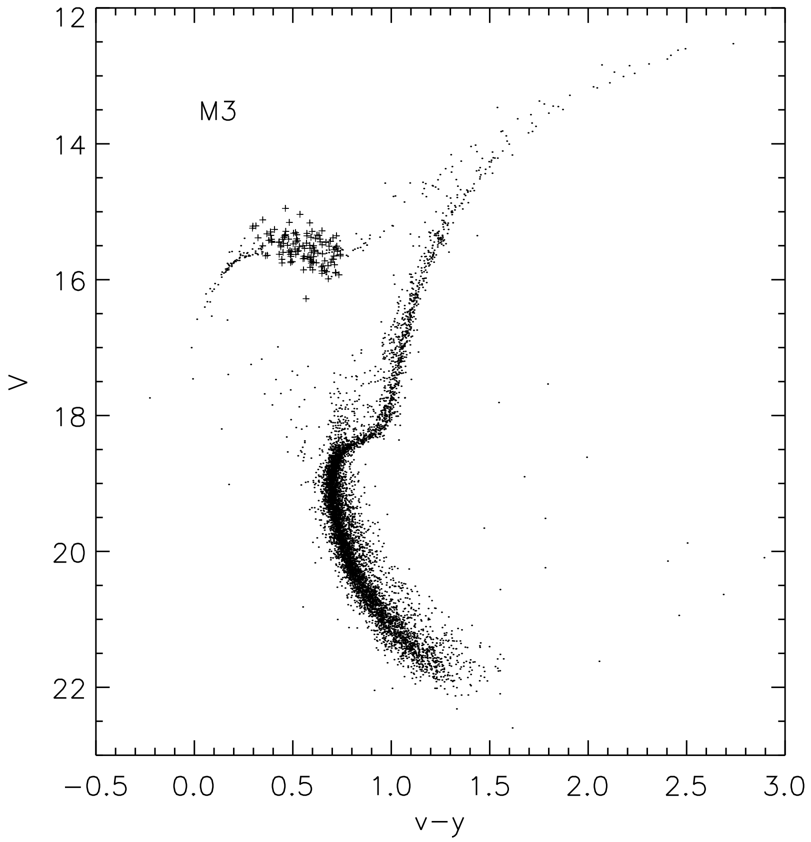
23. april 2007 Jørgen Christensen-Dalsgaard

Pulsarers emissionsmekanisme

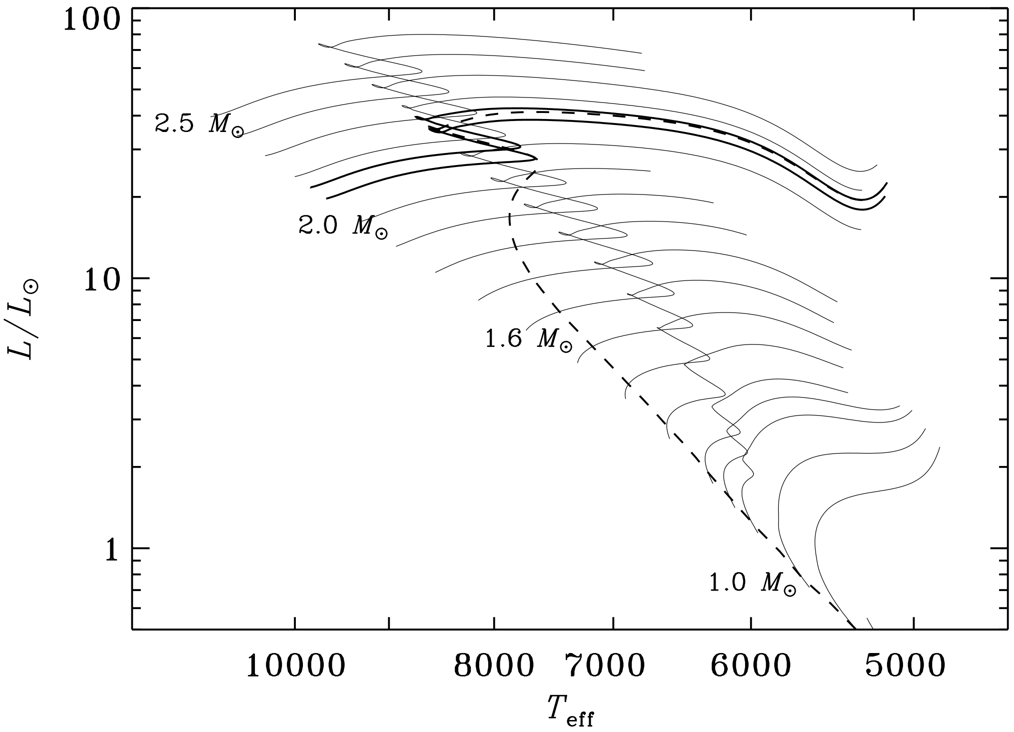


Der er stadig en hel del usikkerhed om de præcise mekanismer der er årsag til pulsarers emission. *Fundamental Astronomy*, Fig. 14.3 illustrerer én mulig mekanisme. Der er dog nu nogenlunde generel enighed om at en mere sandsynlig mekanisme skyldes en eller anden form for udstrømning langs aksen i pulsarens uhyre kraftige magnetfelt. Som illustreret i figuren ovenfor vil det føre til et roterende beam af stråling hvis den magnetiske akse hælder i forhold til rotationsaksen. Dette vil blive observeret som et periodisk signal, med periode givet ved rotationsperioden, hvis vi befinder os sådan at beamet passerer os.

Stjernehobe og isokroner



Som eksempel på kvaliteten af moderne observationer af stjernehobe vises her et farve-lysstyrke-diagram for den kugleformede stjernehob M3 i stjernebilledet Canes Venatici (Jagthundene). Observationerne er foretaget af Frank Grundahl, postdoc ved IFA. Bemærk den lange horisontalgren, der består af centralt heliumforbrændende stjerner, der i varierende grad har mistet de ydre dele, og derfor har varierende effektiv temperatur, samt den asymptotiske kæmpegren med stjerner der har afsluttet den centrale heliumforbrænding. Plusserne markerer RR Lyrae stjerner, dvs. pulserende horisontalgrensstjerner.



Stjernerne i en stjernehob er karakteriseret ved alle at have samme alder og oprindelige kemiske sammensætning, men forskellig masse. Ud fra en teoretisk betragtning ligger sådanne stjerner på en *isokron* (af græsk *iso*: samme; og *kronos*: tid). Sådanne isokroner kan naturligvis beregnes på grundlag af beregnede udviklingsserier af stjernemodeller. Figuren viser, med fuldt optrukne linier, udviklingsspor for en række masser, som angivet. Den stiplede linie viser en isokron svarende til alderen 8×10^8 år. Ved den alder har stjerner med masser under $1.5 M_\odot$ ikke udviklet sig væsentligt fra alder-nul hovedserien. En stjerne med en masse på ca. 2.1 $M_\odot$ har netop afsluttet den centrale brintforbrænding; dette markerer den såkaldte *turn-off masse* for hoben. På grund af den hurtige udvikling efter afslutningen af den centrale brintforbrænding bevæger stjerner med masser bare en smule over turn-off massen sig meget hurtigt mod den røde kæmpegren. Beliggenheden af turn-off punktet på isokronen, og dermed i farve-lysstyrke-diagrammet for en stjernehob, giver et mål for turn-off massen og dermed for hobens alder. Som diskuteret i *Fundamental Astronomy* kan beliggenheden af hovedserien i tilsyneladende størrelsesklasse benyttes til at bestemme hobens afstand (se også *Opgavesamling til A4 Astrofysik I*, opgave 38).