

Unga stjärnor och cirkumstellära skivor

Akademisk avhandling som för avläggande
av filosofie doktorsexamen vid Stockholms
universitet offentligen försvaras i
föreläsningssal FB52, AlbaNova universitetscentrum
fredagen den 19:e december 2003 kl. 13:00

av

Alexis Brandeker



Institutionen för astronomi
Stockholms observatorium
SE-106 91 Stockholm

Stockholm 2003
ISBN 91-7265-775-8

Sammanfattning. Att i detalj förstå hur stjärnor bildas har visat sig vara en utmaning, till stor del beroende på svårigheterna med att direkt observera unga stjärnors massa. I denna avhandlings första del presenteras observationer gjorda av teleskop utrustade med adaptiv optik, en modern teknik som motverkar den oskarpa jordatmosfären vanligen orsakar. Genom att utnyttja de nya möjligheter som öppnas av skarpa observationer, undersöks de allra närmaste omgivningarna runt unga stjärnor. Upptäckter av flera nära följeslagare till unga stjärnor rapporteras. Betydelsen av att hitta nära följeslagare ligger bland annat i möjligheten att bestämma en ung stjärnas massa *dynamiskt*, genom att följa hur följeslagaren rör sig i sin omloppsbanan.

De senaste årens upptäckter av planeter runt andra stjärnor än solen, planeter av mycket annorlunda karaktär än de i solsystemet, aktualiserar frågorna hur och var planeter bildas. Det är känt att planeter bildas ur de cirkumstellära skivor av gas och stoft som finns runt unga stjärnor. I avhandlingens andra del rapporteras och diskuteras observationer av den kanske mest kända cirkumstellära stoftskivan, skivan runt den närbelägna unga stjärnan β Pictoris. Bilder tagna i radiovåglängder, vid 1,2 mm, visar att stoftskivan är starkt asymmetrisk med strålningen från den sydvästra delen klart dominerande över den nordöstra. Sedan tidigare vet vi att skivan vid optiska våglängder visar motsatt beteende: där är den nordöstra delen av skivan starkast. Slutsatsen är att stoftkornens storlek och utseende skiljer sig mellan de två sidorna; den nordöstra delens små, ljusa stoftkorn sprider ljus vid optiska våglängder från stjärnan effektivare, än de större (~ 1 mm), mörka stoftkornen vid den sydvästra delen, där istället värmestrålning sänds ut effektivt i radio.

Vidare rapporteras upptäckten av utbredd emission från cirkumstellär gas runt β Pic. Att bestämma gasens egenskaper i denna skiva, som gränsar mellan de gasrika planetbildande skivorna runt T Tauri-stjärnor och de gasfattiga runt mogna stjärnor på huvudserien, är särskilt viktigt för att förstå hur lång tid jätteplaneter har på sig att bildas. Gasen observeras med en echelle-spektrograf med lång spalt som ger hög upplösning både spatialt och spektralt. Hastighetsfältet i skivan, som undersöks med hjälp av dopplerröskjutning av gasens smala spektrallinjer, överensstämmer bra med en skiva i keplersk rotation. 88 linjer från 13 metalljoner uppdagas i utbredd emission som sträcker sig ända till gränsen för våra observationer på motsvarande 323 AU radiellt avstånd ifrån stjärnan och 80 AU höjd över skivplanet. Många av dessa joner är under ett starkt strålningstryck från β Pic och skulle snabbt lämna systemet om inte en osynlig kraft begränsade deras framfart. Två olika mekanismer för att bromsa gasen undersöks i detalj: inbromsning orsakat av friktion från en osynlig omgivande gas (bestående av exempelvis väte eller syre) och inbromsning på grund av ett magnetfält. Då strålningstrycket varierar mellan olika joner, förutsägs en icke-kosmisk sammansättning av gasen i skivan.