

Baggrund for projektet

Vi ved i dag kun hvad ca. 4 % af universet består af, nemlig de elementarpartikler vi kender fra Standardmodellen. De resterende 96 % menes at bestå af henholdsvis 74 % mørk energi og 22 % mørkt stof. Denne opgave handler om de 22 %, som er mørkt stof.

Ingen ved med sikkerhed, hvad mørkt stof er, men det er defineret som stof, der har en masse, men ikke vekselvirker med elektromagnetisk stråling (såsom lys – deraf navnet mørkt stof). Det er et problem, når man vil bestemme, hvor meget mørkt stof der er, fordi vi kan ikke "se" det med de teknikker, vi normalt bruger til at detektere synligt stof. Heldigvis vekselvirker det, fordi det har en masse, med gravitation, og derfor med de 4% af universet, som vi kan se og måle. Observerer man stjerners rotationshastigheder i galakser, vil man opdage, at de bevæger sig langt hurtigere end det kan forklares ud fra massen af galaksens "synlige" bestanddele – altså den del, der vekselvirker med elektromagnetisk stråling. Der må derfor, ud fra førnævnte definition, være mørkt stof til stede.

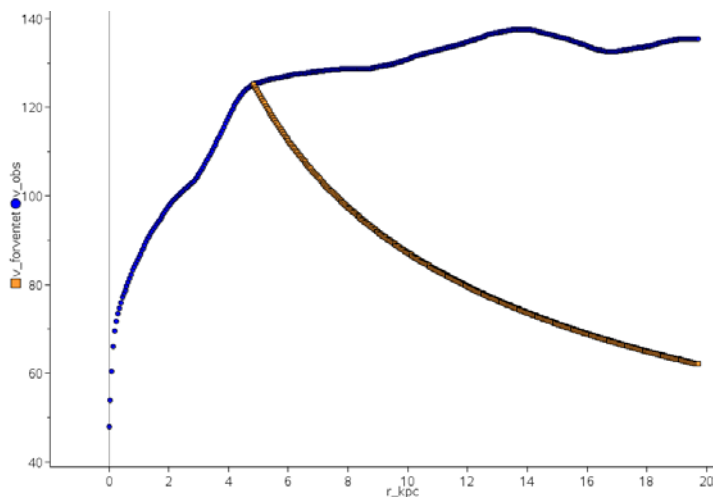
Problemformulering

I dette projekt vil vi påvise eksistensen af mørkt stof i galaksen NGC 2403 ud fra dens rotationskurve. Derudover vil vi bestemme mængden og fordelingen af mørkt stof i denne galakse, og sammenligne vores forenkede model med den anerkendte NFW-profil.

Metode og resultater

Før vi kan bestemme mængden af mørkt stof, må vi opstille en model for, hvordan stjernerne ville bevæge sig, hvis der ikke var mørkt stof til stede. Der er dog det problem, at vi ikke kan bestemme massen af synligt stof i galakser særligt præcist, uden at det mørke stof også tælles med. Vi vælger derfor en radius R , uden for hvilken vi kan se bort fra eventuelt synligt stof, og begrænser os i første omgang til at se på mørkt stof uden for denne radius. Vi opstiller en model for den forventede rotationskurve ud fra Newtons love.

Vi indtegner denne forventede udvikling i en rotationskurve for NGC 2403 (lavet ud fra data udarbejdet af forskere fra Institute of Astronomy, University of Tokyo):

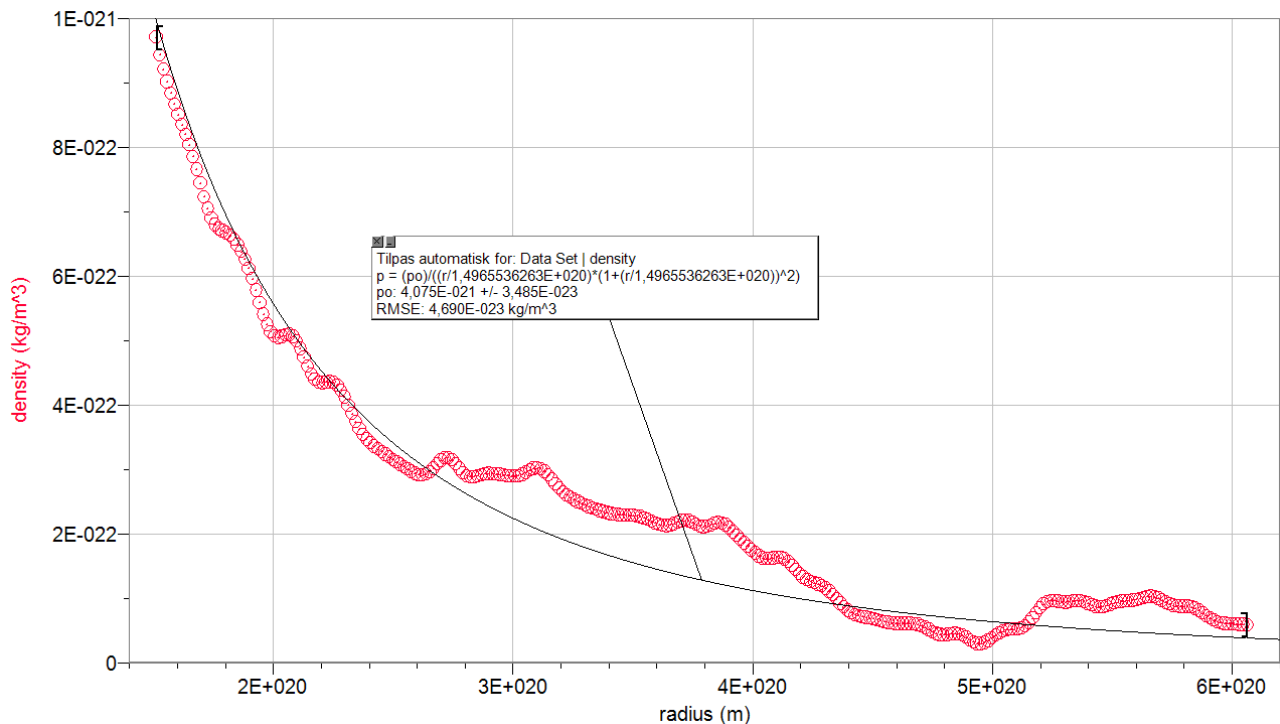


Stjernernes hastigheder (km/s) som funktion af radius fra galaksens centrum (kpc).
Blå: observeret
Orange: forventet

Det ses tydeligt, at stjernerne bevæger sig langt hurtigere end det synlige stof kan forklare. Ud fra denne rotationskurve kan vi for hvert punkt beregne densiteten af mørkt stof, som er påkrævet for at opretholde hastighederne.

Ud fra denne model har vi beregnet at der ved afstanden 19,7kpc fra galaksens centrum er 3.76 gange så meget mørkt stof i denne galakse, som synligt.

De tre forskere Julio Navarro, Carlos Frenk og Simon White har udarbejdet en anerkendt model for fordelingen af mørkt stof ud fra computersimulationer, kaldet Navarro-Frenk-White profilen. Vi indtegner denne model:



Vi har dermed bestemt fordelingen af mørkt stof i NGC 2403 og samtidig vist, at vores resultater understøtter Navarro-Frenk-White profilen!

Mørkt stof i andre galakser

Ud fra denne model har vi også beregnet massen og fordelingen af mørkt stof i andre galakser, bl.a. NGC 3672 som minder meget om NGC 2403, hvor der næsten er 5 gange så meget mørkt stof som synligt. I en større galakse (NGC 2841) er der kun ca. lige så meget mørkt stof som synligt, men det skyldes nok til dels, at den synlige skive er så stor, at meget mørkt stof er inden for scale radius, og derfor ikke kommer med i vores model.

Referencer

Vi har haft kontakt til Michael Linden-Vørnle, der er astrofysiker og ansat som chefkonsulent på DTU Space. Han har linket os til en database med rotationskurver for mange galakser:

<http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/~sofue/RC99/rc99.htm> (20.12.13)

Se rapporten for flere referencer.