

University of Groningen

## Extinction studies of spiral galaxies

Huizinga, Jan Edwin

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*  
1994

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Huizinga, J. E. (1994). *Extinction studies of spiral galaxies*. s.n.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

## Samenvatting (Summary in Dutch)

Iedereen die wel eens op een heldere, maanloze nacht naar de sterrenhemel heeft gekeken zal de Melkweg hebben gezien, die als een lichtende band over de hemel loopt. Al door een gewone verrekijker blijkt dat de Melkweg niet een aaneengesloten geheel is, maar bestaat uit duizenden afzonderlijke zwakke sterren. Al deze sterren maken, samen met de heldere sterren en onze 'eigen' ster de Zon, deel uit van een reusachtig sterrenstelsel. Dit sterrenstelsel als geheel wordt óók de Melkweg genoemd. De sterren in de Melkweg zijn geconcentreerd in een dunne schijf. Omdat de Zon zelf ook in de schijf staat zien we meer sterren wanneer we in het vlak van de schijf om ons heen kijken dan wanneer we uit de schijf 'omhoog' of 'omlaag' kijken. Dit verklaart waarom we de Melkweg als een lichtende band aan de hemel zien.

Rond de eeuwwisseling probeerde de Groningse astronoom J. C. Kapteyn de vorm van de Melkweg en de plaats van de Zon in de Melkweg nauwkeuriger te bepalen. Sterk vereenvoudigd redeneerde hij hierbij als volgt. Als de Zon aan de rand van de Melkweg staat, dan moeten er in de richting van het centrum van de Melkweg meer sterren te zien zijn dan in de tegenovergestelde richting. Staat de Zon echter in het midden van de Melkweg, dan moeten er in alle richtingen in het vlak van de Melkweg ongeveer evenveel sterren te zien zijn. Kapteyn startte de eerste internationale sterrenkundige samenwerking, en liet van bepaalde gebieden aan de hemel, zowel vanaf het noordelijk als vanaf het zuidelijk halfrond foto's maken. Op elke foto telde hij het aantal sterren met een bepaalde helderheid. Zo vond Kapteyn dat er in alle richtingen in het vlak van de Melkweg ongeveer evenveel sterren te zien zijn. Hij concludeerde daaruit dat de Zon dicht bij het centrum van de Melkweg staat. De Melkweg zelf was volgens Kapteyn een afgeplatte schijf met een diameter van bijna 60.000 lichtjaren.

Tegenwoordig weten we dat de Melkweg ongeveer vijf keer zo groot is en dat de zon zich bijna 30.000 lichtjaren van het centrum bevindt. De rand van Kapteyn's Melkweg reikt dus net tot aan het eigenlijke centrum. Wat Kapteyn niet wist is dat het licht van de sterren verzwakt wordt door kleine stofdeeltjes in de Melkweg. Het effect van dit stof kan worden vergeleken met dat van mist op Aarde. Op een mistige dag is het zicht in alle richtingen maar enkele tientallen meters, en lijkt het alsof je in het midden van een kleine wereld staat. Zo kon Kapteyn maar een deel van de Melkweg zien, en leek het alsof de Zon in het midden van de Melkweg staat.

Tussen ons en het centrum van de Melkweg bevindt zich zoveel stof dat maar één op elke honderd duizend miljard lichtdeeltjes onze telescopen bereikt. Gelukkig is de stoflaag zo afgeplat dat we wel miljarden lichtjaren ver 'omhoog' en 'omlaag' uit de Melkweg het Heelal in kunnen kijken. Zo weten we dat het Heelal is opgebouwd uit miljarden

sterrenstelsels, waarvan de meeste net als de Melkweg een schijf bezitten. Dit soort stelsels wordt spiraalstelsels genoemd, een naam die ze hebben te danken aan de spiraalarmen die vaak in hun schijf zichtbaar zijn. Net als in de Melkweg wordt in andere spiraalstelsels ook een deel van het sterlicht geabsorbeerd door stof.

Een vraag die astronomen al 60 jaar bezighoudt is hoeveel van het licht van een spiraalstelsel er nu precies wordt geabsorbeerd. Deze vraag is belangrijk, omdat bijna al onze kennis van spiraalstelsels is gebaseerd op dat wat we kunnen zien.

Het is niet mogelijk de hoeveelheid licht die door het stof wordt geabsorbeerd rechtstreeks te meten. Daarom heeft men een methode bedacht die gebaseerd is op de volgende redenering: Een spiraalstelsel dat geen stof bevat is volkomen transparant. Vanuit welke richting we er ook naar kijken, we kunnen altijd alle sterren zien. Met andere woorden, de helderheid van het stelsel is onafhankelijk van de gezichtshoek. Nu nemen we een spiraalstelsel dat wel stof bevat. Sterlicht dat uit de schijf 'omhoog' of 'omlaag' schijnt moet door minder stof dan sterlicht dat door het vlak van de schijf schijnt. Daardoor is het stelsel helderder als het recht van boven, en zwakker als het van opzij wordt gezien. Met behulp van absorptie-modellen van spiraalstelsels kan uit deze helderheidsvariatie vervolgens worden berekend hoeveel van het licht er door het stof wordt geabsorbeerd.

Het is natuurlijk onmogelijk om één sterrenstelsel van verschillende kanten te bekijken. Daarom meet men de helderheid van een groot aantal stelsels waarvan sommigen meer van boven, en anderen meer van opzij worden gezien. Deze methode werd voor het eerst gebruikt in 1958 door de Zweedse astronoom E. Holmberg. Hij vond dat stelsels die van opzij gezien worden twee tot drie keer zwakker zijn dan stelsels die van boven worden gezien. Met behulp van een eenvoudig absorptie-model concludeerde Holmberg dat slechts één vijfde tot één derde deel van het sterlicht wordt geabsorbeerd als een stelsel van boven of van onderen wordt gezien. Sindsdien zijn er talrijke vergelijkbare studies gedaan, allemaal met ongeveer hetzelfde resultaat: spiraalstelsels zijn bijna geheel transparant, met alleen in het centrum aanzienlijke absorptie.

Dit resultaat bleef algemeen aanvaard tot het eind van de tachtiger jaren. Toen bleek allereerst dat de resultaten sterk afhingen van het eenvoudige absorptie-model dat werd gebruikt. Met een beter model zijn de waarnemingen ook in overeenstemming met minder doorzichtige spiraalstelsels. Ten tweede bleek dat de resultaten afhingen van de manier waarop de stelsels waren geselecteerd. Sommige studies gebruiken alle stelsels die helderder zijn dan een bepaalde limiet, terwijl andere studies stelsels gebruiken die groter zijn dan een bepaalde limiet. De eersten vonden transparante, en de laatsten vonden ondoorzichtige spiraalstelsels. De verwarring bereikte een hoogtepunt toen de Nederlander E. Valentijn in 1990 aankondigde dat zelfs de buitengebieden van spiraalstelsels ondoorzichtig zijn.

Er volgde een stortvloed van tientallen artikelen over absorptie in spiraalstelsels. Sommige astronomen gebruikten variaties op de methode die hierboven is beschreven, anderen

ontwikkelde  
bevestigen  
spiraalstels

In dit proef  
tegenstrijd  
methode en  
die gegeven  
Hoofdstuk  
bestudeerd  
spiraalstels  
afhangen v  
als op diar  
absorptie a  
dat de buit  
waarom an  
al deze stud  
onregelmat  
wordt voors

In Hoofdst  
gelijkmatig  
in wolken, 2  
6 computer  
vooral uit n  
het stof en d

De in dit p  
hoeveelheid  
absorptie vo  
Het definitie  
zal in de n  
waarneming  
infrarood ca

zitten. Dit soort stelsels aan de spiraalarmen die andere spiraalstelsels ook

zigt van een spiraalstelsel bijna al onze kennis van

absorbeert rechtstreeks te de volgende redenering: vanuit welke richting we woorden, de helderheid van een spiraalstelsel dat wijzigt moet door minder is het stelsel helderder zien. Met behulp van informatie vervolgens worden

de kanten te bekijken. Daarvan sommigen meer werd voor het eerst bekend dat stelsels die van die van boven worden de Holmberg dat slechts een stelsel van boven of studies gedaan, allemaal transparant, met alleen in

ger jaren. Toen bleek absorptie-model dat ook in overeenstemming resultaten afhingen van gebruiken alle stelsels stelsels gebruiken die rante, en de laatste in hoogtepunt toen de gebieden van spiraal-

spiraalstelsels. Sommige beschreven, anderen

ontwikkelden nieuwe methodes. Een paar studies leken de resultaten van Valentijn te bevestigen, maar de meesten vonden geen aanwijzingen dat ook de buitengebieden van spiraalstelsels ondoorzichtig zijn.

In dit proefschrift bestuderen we de doorzichtigheid van spiraalstelsels en proberen we de tegenstrijdige resultaten te verklaren. We doen dit aan de hand van de hierboven beschreven methode en variaties daarop. De stelsels die we onderzoeken komen uit een grote catalogus die gegevens bevat van bijna 12.000 stelsels, waaronder bijna 10.000 spiraalstelsels. In Hoofdstuk 2 worden een paar algemene eigenschappen van de stelsels uit deze catalogus bestudeerd. In Hoofdstuk 3 bestuderen we de doorzichtigheid van een bepaald type spiraalstelsel, dat alleen uit een schijf bestaat. We laten zien dat de resultaten sterk afhangen van de manier waarop de stelsels worden geselecteerd, en dat zowel op helderheid als op diameter geselecteerde spiraalstelsels foute resultaten geven. De conclusie is dat absorptie alleen in de binnengebieden van spiraalstelsels een belangrijke rol speelt, maar dat de buitengebieden volkomen doorzichtig zijn. In Hoofdstuk 4 proberen we te verklaren waarom andere studies vinden dat ook de buitengebieden ondoorzichtig zijn. Het blijkt dat al deze studies gebruik maken van met het oog geschatte diameters. Omdat spiraalstelsels onregelmatig zijn gedragen deze diameters zich anders dan door de regelmatige modellen wordt voorspeld.

In Hoofdstuk 5 onderzoeken we wat er gebeurt als het stof in een spiraalstelsel niet gelijkmatig is verdeeld, zoals in alle modellen wordt aangenomen, maar geconcentreerd is in wolken, zoals ook wordt waargenomen in de Melkweg. Als laatste worden in Hoofdstuk 6 computer-modellen van absorptie in spiraalstelsels bestudeerd. De aandacht gaat hierbij vooral uit naar de gevoeligheid van de model-resultaten voor de grote-schaal verdeling van het stof en de sterren.

De in dit proefschrift gebruikte methoden zijn niet nauwkeurig genoeg om precies de hoeveelheid absorptie in spiraalstelsels te meten. Ook meten we alleen een gemiddelde absorptie voor een groot aantal spiraalstelsels, terwijl deze van stelsel tot stelsel zal variëren. Het definitieve antwoord op de vraag hoeveel licht er in spiraalstelsels wordt geabsorbeerd zal in de nabije toekomst worden gegeven door studies die gebruik maken van nieuwe waarnemingen met nieuw ontwikkelde technieken. Vooral van belang zijn hierbij de nieuwe infrarood camera's en de opvolger van de IRAS satelliet, ISO.