

# MolPlan

## Nieuwe bakermat van moleculen in de interstellaire ruimte: planetaire nevels

DUUR  
15/12/2015 - 15/03/2018

BUDGET  
150 000 €

### PROJECT BESCHRIJVING

Wanneer sterren met lage tot gemiddelde massa zoals onze Zon het einde van hun leven naderen, worden ze eerst rode reuzen en daarna witte dwergen. Tegelijkertijd stoten ze hun buitenste lagen van stof en gas af in de ruimte, en creëren prachtige "planetaire nevels". Gedurende dit stadium is de centrale ster een witte dwerg wiens intense UV straling in principe alle moleculen zouden moeten vernietigen en de vorming van nieuwe moleculen verhinderen. We zien echter dat bijlange na niet alle moleculen vernietigd worden.

De detectie in 2014 met de Herschel satelliet van OH<sup>+</sup> in de Helix nevel heeft aangetoond dat er zelfs moleculaire ionen gevormd worden. Dit geeft aanleiding tot veel nieuwe wetenschappelijke vragen over het overleven en de vorming van moleculen in planetaire nevels. Van waarnemingen weten we dat de moleculen zich in of nabij klonten materie van hoge dichtheid bevinden waar ze afgeschermd zijn van de UV straling van de centrale ster. In zulke klonten kunnen de moleculen de planetaire nevel fase overleven en zelfs nieuwe moleculen gevormd worden. Zulke klonten worden waargenomen in een aantal zeer oude planetaire nevels met centrale sterren waar de kernfusiereacties gestopt zijn en de lichtkracht van de centrale ster aanzienlijk verminderd is. Er wordt flink gediscussieerd over de oorsprong van deze klonten. Veel wetenschappers geloven dat ze overblijfselen zijn van een vroege evolutiefase voordat de centrale ster de nevel ioniseerde. Dit soort klonten worden echter niet gezien in jonge planetaire nevels. Dat lijkt een tegenspraak. In dit project willen we daarom kwantitatief onderzoeken of een nieuwe fysische instabiliteit aanleiding kan geven tot de vorming van dit soort klonten in het recombinerend gas rond een afkoelende witte dwerg. We zullen de PDR code Cloudy gebruiken om de evolutie van de fysische condities in het recombinerende plasma als een functie van de tijd af te leiden. Dit model zullen we dan gebruiken in een theoretische analyse om vast te stellen of het gas onstabiel is op de manier die we voorstellen en op wat voor een tijdschaal de klonten gevormd zouden worden. Als laatste zullen we Cloudy gebruiken om de klonten in de Helix nevel te modelleren en het Herschel spectrum van deze nevel te reproduceren.

Sakurai's object onderging een heel late thermische puls begin jaren '90, koelde daarna snel af en werd een "herboren" rode reus en begint nu terug heter te worden. Het zal uiteindelijk een nieuwe planetaire nevel vormen binnenin de oude. Gedurende de heel late thermische puls werden de buitenste, waterstofrijke lagen door convectie vermengd met de laag waar helium verbrand wordt. Dit veroorzaakt een "waterstofvermengingsflits". Zo'n flits creëert unieke condities die leiden tot het zogenaamde i-proces waarmee zwaardere elementen worden geproduceerd. Dit is een tussenvorm van het bekende s-proces dat in AGB sterren werkt en het r-proces dat in supernova's actief is. Het i-proces speelt een belangrijke rol in de allereerste sterren die in het heelal gevormd werden. Dat dit proces ook een rol speelt in Sakurai's object werd voorgesteld door F. Herwig, maar dit moet nog door waarnemingen bevestigd worden. Na de waterstofvermengingsflits wordt het omgewerkte materiaal onmiddellijk uitgestoten in de ruimte waar het nu moleculen en stof vormt. Dit geeft ons de unieke gelegenheid om het i-proces en de vorming van moleculen in een koolstofrijke omgeving te volgen terwijl het gebeurt.

Koolstof wordt gevormd door nucleosynthese in sterren. Een van de weinige koolstofrijke omgevingen in de ruimte zijn de schillen rond asymptotische reuzensterren. Een unieke mengeling van complexe koolstofrijke moleculen wordt hier aangetroffen, gelijkend op de organische moleculen gevonden in moleculaire wolken waaruit sterren en planeten gevormd worden. Asymptotische reuzensterren evolueren tot planetaire nevels. Wat gebeurt er met het moleculair materiaal eens de nevel geïoniseerd wordt door de sterke UV straling van de witte dwergster? Welke moleculen overleven, welke worden gevormd, en hoe, zijn vragen die van belang zijn om ook de chemische verrijking van stervormingsgebieden beter te begrijpen. Het i-proces is belangrijk om de evolutie van de eerste sterren en dus het ontstaan van het heelal beter te begrijpen en te modelleren.



# MolPlan

De sterrenkunde is een wetenschap die op veel verschillende niveaus onderwezen kan worden van 3-99 jaar. Het kijken naar de hemel veranderd onze manier van denken. Alle kinderen zijn gefascineerd door de hemel en het kan ertoe leiden dat ze al op een jonge leeftijd geboeid worden door wetenschap en technologie. Planetaire nevels zijn bijzonder boeiend omdat ze mooi zijn, intrigerende structuren hebben en ook grote variëteit aan fysische en chemische processen herbergen. Omdat ze snel evolueren kunnen kinderen zich realiseren dat de objecten in de ruimte niet zo statisch zijn als ze lijken, dat hun evolutie waargenomen kan worden en nieuwe ontdekkingen gedaan kunnen worden.

## CONTACT INFORMATIE

### Coördinator

Griet C. Van de Steene  
Koninklijke Sterrenwacht van België  
Astronomie en Astrofysica  
[g.vandesteene@oma.be](mailto:g.vandesteene@oma.be)

## LINKS

<http://aa.oma.be>  
<http://aa.oma.be/MolPlan/index.html>