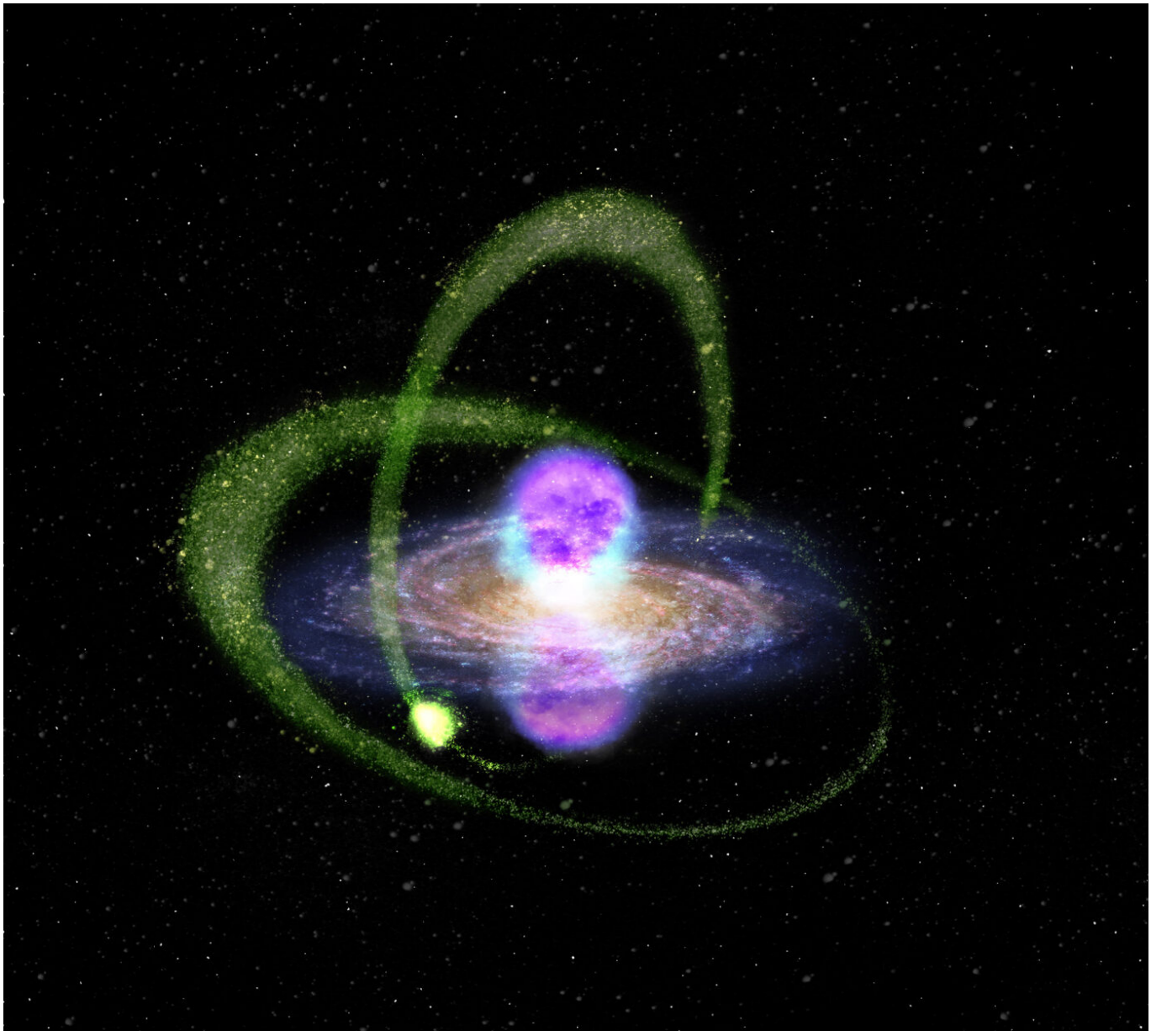
Donkere materie of pulsars?

Een team van onderzoekers, waaronder UvA-natuurkundigen en -sterrenkundigen, heeft gammastraling bestudeerd die wordt veroorzaakt door de Sagittarius-dwerg, een klein buursterrenstelsel van onze Melkweg. De wetenschappers toonden aan dat alle waargenomen gammastraling verklaard kan worden met behulp van milliseconde-pulsars, en daardoor niet geïnterpreteerd kan worden als lakmoesproef voor de aanwezigheid van donkere materie. De resultaten zijn deze week gepubliceerd in Nature Astronomy.

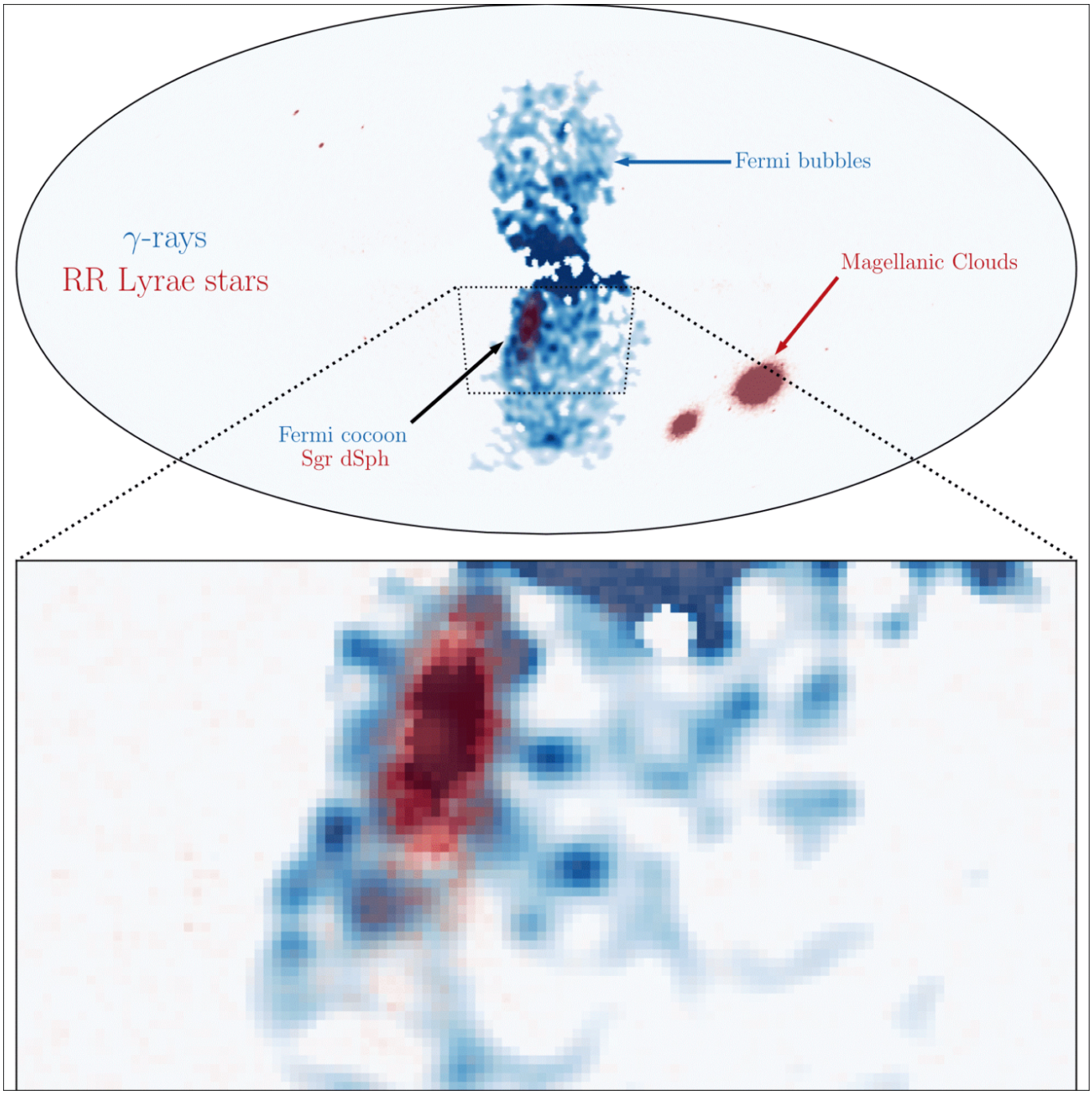


Afbeelding 1. De Sagittariusdwerg. Een klein buursterrenstelsel van de Melkweg – het Sagittarius-dwergsterrenstelsel – is vanaf de Aarde waargenomen door grote kwabben van gammastraling (de zogeheten Fermi bubbles). Hoewel het dwergsterrenstelsel vol met donkere materie zit, is het onwaarschijnlijk dat dit de waargenomen straling verklaart. Image: O. Macias.

Het centrum van ons sterrenstelsel blaast twee kolossale bellen van gammastraling (de magenta structuren in de afbeelding hierboven) met een indrukwekkende spanwijdte van 50.000 lichtjaar. Hoewel het al een decennium geleden ontdekt is met de Fermi Gamma-ray Space Telescope, blijft de bron van dit zandlopervormige fenomeen onduidelijk.

Deze *Fermi bubbles* bevatten een aantal raadselachtige substructuren van zeer heldere

gammastraling. Van een van de helderste plekken, de zogeheten *Fermi cocoon,* die zich in de zuidelijke kwab bevindt (uitvergrote inzet in de afbeelding hieronder), werd oorspronkelijk gedacht dat die veroorzaakt werd door uitbarstingen van het superzware zwarte gat in de Melkweg uit het verleden.



Afbeelding 2. Gammastraling. Afbeelding in gammastraling van de Fermi bubbles (blauw) gelegd op een kaart van RR Lyrae-sterren (rood) waargenomen door de GAIA-telescoop. De vorm en oriëntatie van de Sagittarius-dwerg (Sgr) passen perfect bij die van de Fermi cocoon – een heldere substructuur van gammastraling in het zuidelijke deel van de van de Fermi

bubbles. Dit is een sterke aanwijzing voor het feit dat de Fermi cocoon wordt veroorzaakt door energetische processen die voorkomen in het Sagittarius-dwergsterrenstelsel, dat zich vanuit ons perspectief achter de Fermi bubbles bevindt. Afbeelding: Crocker, Macias, Mackey, Krumholz, Ando, Horiuchi et al. (2022).

Een team, waaronder Oscar Macias van de Universiteit van Amsterdam & Kavli PMU en Roland Crocker van de Australian National University heeft nu data geanalyseerd van de GAIA- en Fermi-ruimtetelescopen en heeft zo laten zien dat de Fermi cocoon in werkelijkheid een gevolg is van emissie uit het Sagitarius-dwergterrenstelsel.

Dit satellietstelsel van de Melkweg zien we vanuit onze positie op aarde door de Fermi bubbles heen (zie eerste afbeelding). Door de nauwe baan rond ons sterrenstelsel en de voorgaande passages door de schijf daarvan, heeft het dwergsterrenstelsel het grootste deel van zijn interstellaire gas verloren, en zijn veel van de sterren uit zijn kern gerukt en zitten die nu in uitgerekte linten.

Gegeven het feit dat de Sagittarius-dwerg nu volledig stil is – het stelsel bevat noch gas, noch kraamkamers van nieuwe sterren – zijn er maar een paar mogelijke verklaringen voor zijn gammastraling, waaronder (1) een populatie van onbekende milliseconde-pulsars of (2) de annihilatie van donkere materie.

Milliseconde-pulsars zijn de overblijfselen van een bepaald type sterren, significant zwaarder dan de zon, die zich in nauwe dubbelstersystemen bevinden en die nu kosmische deeltjes uitbraken als gevolg van hun extreme rotatie-energie. De elektronen die de milliseconde-pulsars afvuren botsen met laagenergetische fotonen uit de komische achtergrondstraling, en die worden op hun beurt versneld tot hoogenergetische gammastraling.

Crocker, Macias en hun teamgenoten hebben overtuigend aangetoond dat de ‘cocon’ van gammastraling verklaard wordt door de millesconde-pulsars in de Sagittarius-dwerg, en dat de hypothetische verklaring aan de hand van donkere materie dus zeer onwaarschijnlijk is. De ontdekking werpt licht op milliesconde-pulsars als efficiënte versnellers van hoogenergetische elektronen en positronen. De resultaten suggereren ook dat soortgelijke fysische processen mogelijk ook aan de gang zijn in andere dwerg-satellietstelsels van de Melkweg. Dit is van groot belang omdat donkerematerie-onderzoekers al lang geloven dat het waarnemen van gammastraling uit een dwerg-satellietstelsel een lakmoesproef zou zijn

voor de annihilatie van donkere materie.

Dit onderzoek dwingt wetenschappers tot een herevaluatie van de mogelijkheden van stille objecten bestaand uit sterren, zoals sferische dwergsterrenstelsels, om hoogenergetische straling uit te zenden, en van hun rol als primaire doelen voor de zoektocht naar de annihilatie van donkere materie.

Publicatie

Gamma-ray emission from the Sagittarius dwarf spheroidal galaxy due to millisecond pulsars, Roland M. Crocker, Oscar Macias, Dougal Mackey, Mark R. Krumholz en Shin’ichiro Ando.