

Om 'n beeld van die resonante effek rondom Sgr A* te skep

C van der Walt, J Brink

Departement Wiskunde en Toegepaste Wiskunde, Universiteit van die Vrystaat, Suid-Afrika

Korresponderende outeur: Corlé van der Walt **E-pos:** corle.vdw@gmail.com

Towards creating an image of the resonant effect around Sgr A*: This research delves into the imaging of Sagittarius A* (Sgr A*), the black hole in the Milky Way. It examines how variations in the spin axis orientation of Sgr A* affect the resulting images. Utilizing analytical techniques, the research traces null geodesics, providing valuable insights into the dynamics of Sgr A*.

Sedert die 1960's het wetenskaplikes probeer om beelde van gravitasiekolke te skep. In 2019 het die *Event Horizon Telescope* (EHT) die eerste gesintetiseerde beelde van 'n gravitasiekolke gepubliseer. In 2022 het hulle beelde en eienskappe van Sgr A*, die gravitasiekolke in die Melkweg, gepubliseer (Akiyama et al., 2022). Soortgelyke eienskappe van Sgr A* is deur Brink et al. (2015) gevind deur te kyk na die resonante effekte rondom die gravitasiekolke.

Die numeriese benadering van die EHT steun op intensiewe rekenaarverwerkingsalgoritmes en simulaties om die beelde te skep. Dit is dus moeilik om resultate te herproduseer. Die EHT-span, alhoewel baanbrekers, het beperkte foutgrense verskaf. Dit het tot vrae oor akkuraatheid gelei, veral met betrekking tot die spin-as-oriëntasie van Sgr A*. Die resultate toon 'n onverwagte inklinasiehoek van 30 grade ten opsigte van die spin-as-oriëntasie (Akiyama et al., 2022). Konvensioneel word verwag dat die aanwysskyf parallel aan die normale vlak sal wees, soortgelyk aan 'n balletdanseres se draaiende rok.

Die doel van hierdie navorsing is om beelde van Sgr A* se resonante orbitale strukture vanuit verskeie spin-as-oriëntasies binne Kerr-ruimtetijd te skep. Hierdie benadering verskil van die EHT se tydwende simulaties en bied 'n analitiese alternatief wat van die orbitale struktuur afhanklik is. Die resultate sal vergelyk word met die waarnemingsbevindings van die EHT.

Om die beeld te skep moet die paaie van die ligstrale eers analities bepaal word. Die ligstrale word beïnvloed deur Sgr A* se swaartekrag. Daarom word die ligstrale in die Kerr-ruimtetijd deur middel van Carlson se integrale geëvalueer. Verder moet die ligbron deur 'n ligstraal met 'n waarnemer verbind word. Die kritieke ligstrale sal geïdentifiseer word deur terug in tyd te integreer. Deur te kyk na die verskillende paaie wat die ligstraal kan neem van die bron na die waarnemer, kan 'n beeld van die fotonsfeer geskep word. Vir hierdie proses sal 'n effektiewe kode ontwikkel word. Laastens sal die spin-as-oriëntasie tydens die simulaties gevarieer word om die invloed daarvan op die beeld waar te neem. Terselfdertyd sal ook vasgestel word of verskillende spin-as-oriëntasies dieselfde beeld kan lewer. Hierdie resultate kan moontlik gebruik word om dié van die EHT te verifieer.

Indien suksesvol, belooft hierdie navorsing om die tyd en hulpbronne wat nodig is om beelde van gravitasiekolke te sintetiseer, aansienlik te verminder. Dit word verseker deur die modellering korrek vir enige klein afwykings van Kerr-ruimtetijd te doen. Die navorsing verskaf nuwe perspektiewe wat tot verdere insig in die gedrag van Sgr A* kan lei.

Verwysings

- Akiyama, K., Alberdi, A., Alef, W., et al., 2022, First Sagittarius A* event horizon telescope results. V. testing astrophysical models of the galactic center black hole, *The Astrophysical Journal Letters* 930(2), L16 49pp. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac6672>.
Brink, J., Geyer, M., Hinderer, T., 2015, Astrophysics of resonant orbits in the Kerr metric, *Physical Review D* 91(8), 083001. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.91.083001>.

Nota: 'n Seleksie van referaatopsommings: Studentesimposium in die Natuurwetenskappe, 23-24 Oktober 2023, Universiteit van Pretoria. Reëlingskomitee: Prof Rudi Pretorius (Departement Geografie, Universiteit van Suid-Afrika); Dr Hertzog Bisset (Suid-Afrikaanse Kernenergie-korporasie); Dr Jean van Laar (Sentrum vir Navorsing en Voortgesette Ingenieursontwikkeling, Noordwes-Universiteit); Prof Marilé Landman, Dr Danie Pienaar en Dr Frikkie Malan (Departement Chemie, Universiteit van Pretoria); Mnr JW Hurter (Departement Plant- en Grondwetenskappe, Universiteit van Pretoria).