

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

C (Corlé) van der Walt^{1,2}, J Brink¹

¹Departement Wiskunde en Toegepaste Wiskunde, Universiteit van die Vrystaat, Suid-Afrika

²Departement Wiskundige Wetenskappe, Akademia, 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 is about black hole imagery. The goal is to examine how variations in the observer's viewing angle affect the resulting images. By using analytical techniques, the null geodesics are traced. These light rays provide valuable insights into the dynamics of Sgr A* resonant structures.

Hierdie navorsing handel oor beelde van gravitasiekolke. In 2019 het die Event Horizon Teleskoop (EHT) die eerste gesintetiseerde beelde van 'n gravitasiekolk (M87*) gepubliseer. In 2022 het hulle beelde en eienskappe van Sgr A*, die gravitasiekolk in die Melkweg, gepubliseer (Akiyama et al., 2022). Soortgelyke eienskappe van Sgr A* is deur Brink et al. (2022) gevind deur te kyk na die resonante effekte rondom die gravitasiekolk.

Die numeriese benadering van die EHT steun op intensiewe rekenaarverwerkingsalgoritmes en -simulasies om die beelde te skep. Dus is dit moeilik om hierdie resultate te herproduseer. Die EHT-span, alhoewel baanbrekers, het beperkte foutgrense verskaf, wat tot vroeë hul akkuraatheid gelei het, 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).

Tydens observasies, soos die van die EHT, word aanvaar dat die aarde stasionêr ten opsigte van die gravitasiekolke is. Alhoewel ons in vergelyking met die galaktiese skaal stil staan, roteer die aarde steeds. Dit vervorm dus die waarneembare beeld, soortgelyk aan die Doppler-effek.

Die doel van die projek is om beelde van die resonante orbitale strukture rondom gravitasiekolke binne die Schwarzschild-ruimtetyd te skep. Hierdie benadering verskil van die tydrawende EHT-simulasies en bied 'n analitiese alternatief wat afhanklik is van die orbitale struktuur. Die resultate sal vergelyk word met die waarnemingsbewerings van die EHT.

As gevolg van die swaartekrag van die gravitasiekolk word die paaie van die ligstrale gebuig. Om hierdie rede is dit moontlik dat baie ligstrale dieselfde begin- en eindpunte het. Ligstrale wat eers rondom die gravitasiekolk ossilleer voor dit ontsnap vorm die fotonsfeer. Om die ligstrale te definieer word die Schwarzschild-ruimtetyd sover moontlik analities opgelos. Verder word Carlson se integrale gebruik om die ligbron en waarnemer te verbind. Vir hierdie studie word daar aanvaar dat die ligbronne deel van die resonantstruktuur vorm. Dus gee die resulterende beelde 'n goeie weerspieëling van die dinamika in die resonantstruktuur. 'n Effektiewe kode is dus vir hierdie proses ontwikkel.

In die toekoms sal die navorsing uitgebrei word na die Kerr-ruimtetyd, waar die spin-as-oriëntasie gevarieer kan word, om die invloed daarvan op die beeld te kan sien. Dit kan moontlik die EHT-resultaat 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 te doen vir enige klein afwykings van Kerr-ruimtetyd. Die navorsing gee 'n nuwe perspektief wat tot verdere insig in gravitasiekolkgedrag kan lei.

Bibliografie

- Akiyama, K., Anata, R., Akiyama, K., 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. <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, 30-31 Oktober 2024, Universiteit van die Vrystaat. Reëlingskomitee: Prof Rudi Pretorius (Departement Geografie, Universiteit van Suid-Afrika); Dr Hertzog Bisset (Suid-Afrikaanse Kernenergie-korporasie); Dr Ernie Langner (Departement Chemie, Universiteit van die Vrystaat); Dr Wynand Nel (Departement Rekenaarwetenskap en Informatika, Universiteit van die Vrystaat) en Prof Liesl van As (Departement Dierkunde en Entomologie, Universiteit van die Vrystaat).