

De Onderzoeksgroep
High-Energy Physics

nodigt U graag uit op de openbare verdediging van het proefschrift van

Maria Knysh

ter behaling van de graad van Doctor in de wetenschappen

Titel van het proefschrift:

Probing Black Hole Physics with Semiclassical Microstates

Promotor:
Prof. dr. Ben Craps (VUB)

De verdediging heeft plaats op
dinsdag 30 juni 2026 om 16u

Campus Etterbeek VUB, Pleinlaan 2, Elsene in
auditorium I.0.02

De verdediging is ook te volgen via een livestream:
[PhD Defence](#) | [Meeting-Join](#) | [Microsoft Teams](#)

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Alexander Sevrin (VUB, voorzitter)
Prof. dr. Christoph Uhlemann (VUB)
Prof. dr. Steven Lowette (VUB)
Prof. dr. Chiara Toldo (ULB)
Prof. dr. Javier M. Magán (University of Barcelona
& Centro Atómico de Bariloche, ES & AR)

Curriculum vitae

Maria Knysh is doctoraatsonderzoeker in de theoretische hoge-energiefysica aan de Vrije Universiteit Brussel. Na haar bachelor- en masteropleiding aan KU Leuven (2015-2020), verhuisde ze naar Brussel voor haar doctoraat.

Haar onderzoek bestudeert wat zwarte gaten ons kunnen leren over kwantumzwaartekracht. Ze kijkt daarbij vooral naar hoe informatie in zwarte gaten opslaan en hoe deze kan worden gerecupereerd en hoe begrippen zoals entropie, complexiteit en kwantumchaos helpen om beter te begrijpen hoe zwaartekracht werkt op kwantumniveau.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

Zwarte gaten zijn veel meer dan fascinerende astrofysische objecten. Het zijn uitstekende theoretische laboratoria die ons in staat stellen inzicht te verwerven in kwantumzwaartekracht. Klassiek gezien zijn zwarte gaten speciale geometrieën die voldoen aan de Einstein-vergelijkingen en worden gekenmerkt door een waarnemingshorizon, een grens waaruit niets kan ontsnappen. Kijken we echter verder dan deze zuiver klassieke beschrijving, dan gedragen zwarte gaten zich als thermodynamische objecten met een goed gedefinieerde temperatuur en entropie. Dit thermodynamische gedrag wijst sterk op een onderliggende microscopische structuur die relevant wordt zodra kwantumeffecten een rol spelen. In de klassieke zwaartekrachtstheorie blijft deze interne kwantumarchitectuur echter volledig verborgen achter de waarnemingshorizon. Dit creëert een fundamentele uitdaging in de moderne natuurkunde: Hoe komt de klassieke ruimtetijd voort uit deze verborgen kwantumstructuur?

Dit proefschrift benadert dit raadsel door een oneindig aantal semiklassieke microtoestanden te construeren, die elk een exacte oplossing van de Einstein-vergelijkingen vormen. Hoewel deze ruimtetijden buiten de horizon niet te onderscheiden zijn van een klassiek zwart gat, verschillen ze fundamenteel in hun inwendige. Voorbij de waarnemingshorizon bevinden zich namelijk zware materieschillen. Kwantummechanisch gezien zijn deze configuraties echter niet allemaal lineair onafhankelijk. Hun onderlinge overlap wordt berekend via de Euclidische zwaartekrachtspadintegraal. Door een telmethode toe te passen die deze overlap correct in rekening brengt, spannen deze toestanden een eindig-dimensionale Hilbertruimte op, waarvan de dimensie exact overeenkomt met de Bekenstein-Hawking-entropie van het zwarte gat.

Binnen dit kader presenteert deze thesis drie hoofdbijdragen. Ten eerste behandelen we het factorisatieprobleem van de Hilbertruimte voor tweezijdige zwarte gaten in de Anti-de Sitter ruimtetijd. Puur op basis van zwaartekracht tonen we aan dat, onder specifieke voorwaarden, de Hilbertruimte op leidende orde in de semiklassieke limiet inderdaad factoriseert in een linker- en rechtercomponent. Ten tweede breiden we de constructie van microtoestanden uit naar zwarte gaten met invallende materieschillen. We tonen aan dat de dimensie van de Hilbertruimte in dit scenario volledig wordt bepaald door de oppervlakte van de horizon van het zwarte gat vóór de inval van de schil. Ten slotte bedden we dit semiklassieke formalisme in een dubbel-holografische context. Door de dimensie van deze opgespannen Hilbertruimte te berekenen, verifiëren we dat dezelfde telmethode de exacte kwantumcorrecties op de entropie van het zwarte gat feilloos reproduceert.