

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

Philip Hacker

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Titel van het proefschrift:

Complexity, chaos and black hole microstates

Promotors:
Prof. dr. Ben Craps

De verdediging heeft plaats op
**Donderdag 29 juni 2023 om 9u00 in aula
D.0.08**

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Alexander Sevrin (VUB, voorzitter)
Prof. dr. Ann Dooms (VUB, secretaris)
Prof. dr. Michael Tytgat (VUB)
Prof. dr. Michal Heller (UGent)
Prof. dr. Nele Callebaut (Universiteit van Keulen)

Curriculum vitae

Philip Hacker behaalde in 2019 een Master in de Fysica aan de Technische Universiteit van Wenen, waarna hij een doctoraat startte in de onderzoeksgroep theoretische hoge-energiefysica aan de VUB. Tijdens zijn doctoraat bestudeerde hij de complexiteit van kwantumevolutive in verschillende kwantumsystemen, evenals sondes van chaos in extreme zwarte gaten en overeenkomstige microtoestandgeometrieën. Zijn onderzoek resulteerde in twee peer-reviewed publicaties en één preprint. Hij begeleidde bachelor- en masterstudenten en gaf oefeningen voor verschillende cursussen.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

De informatieparadox van zwarte gaten, de vraag of informatie behouden blijft in de aanwezigheid van zwarte gaten, is een van de belangrijkste raadsels van de hedendaagse theoretische natuurkunde. Het oplossen ervan betekent het oplossen van een kwantummechanisch probleem in een sterk zwaartekrachtsveld dat van vitaal belang is voor het begrip van kwantumzwaartekracht. Bovendien is bekend dat zwarte gaten een grote hoeveelheid informatie bevatten, maar is het niet duidelijk hoe deze informatie door het zwarte gat wordt gedragen. Met andere woorden, wat zijn de microtoestanden waaruit het zwarte gat bestaat?

Er wordt algemeen aangenomen dat de antwoorden op deze vragen kunnen worden gevonden binnen het kader van het holografische principe, waarbij een zwaartekrachttheorie wordt gerelateerd aan een holografisch duale theorie zonder zwaartekracht in één dimensie minder. Onlangs zijn nieuwe begrippen in het holografische woordenboek voorgesteld die de kwantumcomputationele complexiteit van een gebied in de holografisch duale theorie in verband brengen met verschillende grootheden in de zwaartekrachttheorie. Hoewel kwantumcomputationele complexiteit op een vrij elegante manier kan worden gedefinieerd, is de berekening ervan erg moeilijk voor systemen met meer dan een paar vrijheidsgraden. We hebben daarom een bovengrens ontwikkeld die we numeriek hebben kunnen bepalen voor een reeks kwantummechanische systemen. Verder hebben we laten zien dat deze grens op betrouwbare wijze onderscheid kan maken tussen chaotisch en integreerbaar gedrag in deze systemen.

De tweede vraag in de eerste alinea is beantwoord voor specifieke zwarte gaten in de context van de snaartheorie, waar meer dan twintig jaar geleden expliciete microtoestanden zijn geïdentificeerd. De zo geconstrueerde microtoestanden worden “fuzzballs” genoemd. Later werd aangetoond dat sommige van deze microtoestanden overeenkomen met gladde klassieke geometrieën zonder enige horizon, de zogenaamde microtoestandgeometrieën. Anderzijds hebben recentere ontwikkelingen met behulp van holografie sondes van kwantumchaos in de holografisch duale theorie, in het bijzonder de “out-of-time-order correlator” (OTOC), in verband gebracht met verstrooiingsproblemen in de zwaartekrachttheorie. Bij zwarte gaten gebeurt de verstrooiing dicht bij de horizon. We hebben de OTOC in het zwarte gat berekend die overeenkomt met een goed bestudeerde microtoestandgeometrie, de $(1,0,n)$ superstrata, en we hebben bestudeerd hoe de OTOC wordt gewijzigd in de horizonloze microtoestandgeometrie.