

De Onderzoeksgroep

Theoretical Particle Physics

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

Marine De Clerck

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Titel van het proefschrift:

Integreerbare structuren en diagnostieken voor kwantumchaos in resonante systemen, spinketens en holografie

Curriculum vitae

Marine De Clerck behaalde haar masterdiploma in de Fysica en Sterrenkunde met de grootste onderscheiding aan de Vrije Universiteit Brussel in 2017. Ze behaalde een FWO Aspirant mandaat en startte vervolgens een doctoraat in de onderzoeksgroep theoretische natuurkunde aan de VUB. Ze onderzocht karakteristieken van chaos en integreerbare structuren in verschillende kwantumsystemen. Haar onderzoek resulteerde in zes publicaties in internationale tijdschriften met peer-review. Ze begeleidde gedurende haar doctoraat bachelor- en masterstudenten en verzorgde de oefeningen voor verschillende cursussen.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

Integreerbare systemen worden gekarakteriseerd door een grote hoeveelheid behoudswetten die de beweging sterk beperkt, hetgeen resulteert in regelmatige, oplosbare trajecten. Dit kan worden gecontrasteerd met de onregelmatigheid van ergotische paden die kenmerkend zijn voor chaotische beweging. Dit veel voorkomende type dynamica wordt gekenmerkt door een exponentiële divergentie van nabije trajecten, welke niet eenvoudig te vertalen is naar kwantumsystemen. Nieuwe technieken zijn dus nodig om chaos in een kwantumtheorie te bestuderen.

In de afgelopen jaren werd ontdekt dat zwarte gaten zeer chaotische objecten zijn. Deze ontdekking leidde tot nieuwe ontwikkelingen in het begrip van kwantumchaos en resulteerde in de afleiding van een bovengrens, als functie van de temperatuur, die de groei van een kleine verstoring in een kwantummechanisch systeem beperkt en die in het bijzonder verzadigd wordt door zwarte gaten. Chaos is overall aanwezig en wordt nu begrepen als een inherent kenmerk van een van de meest fundamentele objecten binnen de theorie van de zwaartekracht.

We starten met het bestuderen van een klasse van resonante systemen die voorkomen in de studie van Bose-Einstein Condensaten en van scalaire velden in Anti-de Sitter (AdS). In de voorbije jaren werd bewezen dat deze resonante systemen speciale periodieke oplossingen bezitten, naast allerlei andere complexe trajecten waarvoor men geen oplossing kan vinden. We onderzoeken de kwantum integreerbare structuren die deze speciale periodieke trajecten in de semi-klassieke limiet mogelijk maken en ontdekken een hele familie aan exact oplosbare energie-eigen toestanden. Vervolgens bestuderen we een spectrale diagnostiek voor kwantumchaos, die de statistiek van naburige energie-eigenwaarden karakteriseert, in deze resonante systemen. Uit deze analyse concluderen we dat er geen bijkomende symmetrieën te identificeren zijn.

In het tweede deel van de thesis, bestuderen we eigenschappen van een dynamische diagnostiek voor chaos waarvan verwacht wordt dat deze de fysica van de klassieke exponentiële divergentie van trajecten codeert: de commutator kwadraat (CS). We onderzoeken deze in een chaotische Ising spinketen waarvoor bekend is dat de CS niet slaagt in het identificeren van chaos. We laten zien hoe dit probleem opgelost wordt wanneer men het systeem naar het semi-klassieke regime brengt, door de spinrepresentatie te verhogen. Tenslotte onderzoeken we de chaotische eigenschappen van maximaal roterende zwarte gaten in een 3D AdS ruimtetijd waarvoor de temperatuur nul is. We vinden dat de CS gemiddeld een kubische groei vertoont, afwisselend tussen korte perioden van exponentiële groei en langere perioden van polynomiale groei (respectievelijk door de rechtse niet-nultemperatuur en de linkse nultemperatuur).

Promotor:

Prof. dr. Ben Craps

De verdediging heeft plaats op

Woensdag 26 mei 2021 om 17u00

De verdediging kan via een livestream gevolgd worden. Contacteer Marine.Alexandra.De.Clerck@vub.be voor meer informatie.

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Alexander Sevrin (VUB, voorzitter)

Prof. dr. Alberto Mariotti (VUB, secretaris)

Prof. dr. Dominique Maes (VUB)

Prof. dr. Piotr Bizoń (Jagiellonian University, Poland)

Prof. dr. Márk Mezei (Stony Brook University, USA)