

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

## Pierluigi Niro

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Gezamenlijk doctoraat met de Université Libre de Bruxelles

Titel van het proefschrift:

**Sterke koppeling in 2 + 1 dimensies  
vanuit dualiteiten, holografie en grote N**

Promotors:

**Prof. dr. Ben Craps**

**Prof. dr. Alexandre Sevrin**

**Prof. dr. Riccardo Argurio**

De verdediging heeft plaats op

**Dinsdag 13 juli 2021 om 16u00**

De verdediging kan via een livestream gevolgd worden. Contacteer [Pierluigi.Niro@vub.ac.be](mailto:Pierluigi.Niro@vub.ac.be) voor meer informatie.

### Samenstelling van de jury

Prof. dr. Andrés Collinucci (ULB, voorzitter)

Prof. dr. Alberto Mariotti (VUB, secretaris)

Prof. dr. Shira Chapman

(Ben Gurion University of the Negev, Israël)

Prof. dr. Andreas Karch

(University of Texas, VS)

### Curriculum vitae

Pierluigi Niro behaalde zijn master in de natuurkunde met onderscheiding aan de Universiteit van Firenze in 2017. Hij begon zijn gezamenlijk doctoraat in de theoretische hoge-energiefysica aan de ULB en de VUB in 2017. Zijn onderzoek werd gefinancierd door een aspirantmandaat van het FRS-FNRS en had als onderwerp de studie van kwantumveldentheorieën bij sterke koppeling in drie en vier ruimtetijd-dimensies. Tijdens zijn doctoraat heeft hij 4 artikels in internationale tijdschriften met peer review gepubliceerd en 1 preprint. Hij nam deel aan verschillende conferenties en scholen, en gaf 5 mondelinge presentaties. Hij is onderwijsassistent geweest voor twee vakken aan de ULB.

### Abstract van het doctoraatsonderzoek

Kwantumveldentheorie (QFT) is het meest succesvolle raamwerk voor de beschrijving van een breed scala aan verschijnselen, van deeltjes- en kernfysica tot gecondenseerde materie en statistische mechanica. Een fysisch systeem ervaart typisch regimes waarbij de koppelingsconstanten niet klein zijn en de gebruikelijke perturbatieve benadering niet betrouwbaar is. Het bekendste voorbeeld is het lage-energieregime van QCD, de theorie van sterke nucleaire interacties. Dit is ook relevant voor die gecondenseerde-materie-systemen (die meestal op het rooster worden gedefinieerd) waarvan het langeafstandsgedrag goed wordt beschreven door een continue QFT op zijn (sterk gekoppelde) kritisch punt.

Het doel van het originele onderzoek dat in het proefschrift wordt gepresenteerd, is om het sterkkoppelingsregime van QFT's met verschillende methoden te bestuderen en concrete voorspellingen te doen over de fasestructuur en de dynamica van deze theorieën, alsook over hun observabelen.

De focus ligt op (ijk)veldentheorieën in drie ruimtetijd-dimensies, die een interessant laboratorium zijn om de eigenschappen van sterke koppeling te begrijpen in systemen die meestal eenvoudiger zijn dan in het meer bekende geval van ijktheorieën in vier dimensies. Belangrijk is dat topologische effecten een relevante rol spelen in drie dimensies, dankzij de aanwezigheid van de zogenaamde Chern-Simons-term.

Het netwerk van infrarood dualiteiten, de grote-N expansie en de holografische overeenkomst tussen QFT en zwaartekracht zijn de belangrijkste instrumenten die we gebruiken om de sterk gekoppelde regimes van 3d QFT's te onderzoeken.

In het bijzonder presenteren we een coherent voorstel voor het lage-energiegedrag van sommige klassen van ijktheorieën gekoppeld aan fermionen en een topologische term, waarmee we vooruitgang boeken in het begrijpen van hun veronderstelde duale theorieën. Bovendien laten we zien hoe de informatie over de sterk gekoppelde dynamica van QCD in drie en vier dimensies kan worden gevat door duale gravitationele systemen, die hun oorsprong vinden in snaartheorieconstructies. Ten slotte bewijzen we nieuwe sterk/zwak dualiteiten bij grote N, door de koppeling te beschouwen tussen twee QFT's gedefinieerd in verschillende ruimtetijd-dimensies.