

De Onderzoeksgroep
Elementary Particle Physics

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

Kevin Turbang

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Gezamenlijk doctoraat met Universiteit Antwerpen

Titel van het proefschrift:

The Stochastic Gravitational-Wave Background: from Models to Observations

Promotoren:

Prof. dr. Alberto Mariotti (VUB)

Prof. dr. Alexander Sevrin (VUB)

Prof. dr. Nick Van Remortel (UAntwerpen)

De verdediging heeft plaats op

**Donderdag 4 juli 2024 om 16u00 in
aula I.0.01**

De verdediging kan via een livestream
gevolgd worden:

<https://us06web.zoom.us/j/89644832487?pwd=3rJkHx6e0gaWbGEGjdEEFIM32Y1XRJ.1>

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Michael Tytgat (VUB, voorzitter)

Prof. dr. Sara Bals (UAntwerpen, secretaris)

Prof. dr. Nelson Christensen (Université Côte
d'Azur, Frankrijk)

Prof. dr. Irina Dvorkin (Sorbonne Université,
Frankrijk)

Curriculum vitae

Kevin behaalde zijn masterdiploma in de Fysica en Sterrenkunde in 2020 op de VUB. Nadien begon hij aan een gezamenlijk doctoraat tussen de VUB en de UAntwerpen. Tijdens zijn doctoraat publiceerde hij een achttal peer-reviewed artikels in internationale tijdschriften. Hij kreeg ook de kans om zijn werk op verschillende internationale conferenties te presenteren. Doorheen zijn PhD gaf Kevin de oefeningensessies voor een fysica vak in het eerste jaar en begeleidde hij verschillende bachelor- en masterstudenten met hun thesis onderzoek en het schrijven ervan.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

Albert Einstein formuleerde zijn algemene relativiteitstheorie en voorspelde het bestaan van golven van de ruimtetijd: zwaartekrachtgolven (ZGen). De eerste waarneming van ZGen door de LIGO-Virgo-KAGRA (LVK) samenwerking vond bijna een eeuw later plaats en zo begon een nieuw tijdperk: ZG-astronomie. Naast de negentig ZG-detecties tegen het einde van de derde LVK-observatierun, wordt verwacht dat een groot aantal zwakkere bronnen zal bijdragen aan een algemene zwaartekrachtgolfachtergrond (ZGA). Afhankelijk van de bron die bijdraagt aan de achtergrond, kunnen astrofysische of kosmologische bijdragen worden onderscheiden. De eerste ontvangt bijdragen zoals de samensmelting van binaire zwarte gaten (BZG) of supernova-explosies, terwijl de tweede afkomstig zou zijn van kosmologische processen die tijdens de geschiedenis van ons heelal hebben plaatsgevonden. Door de vele bronnen die bijdragen aan de achtergrond, zou de detectie ervan informatie onthullen en vormt het de heilige graal van de ZG-astronomie. Bovendien vormt de kosmologische achtergrond een unieke manier om de hoge energieschalen te onderzoeken die betrokken zijn bij deze processen, die gewoonlijk onbereikbaar zijn voor detectoren op aarde. Deze thesis beschouwt beide bijdragen aan de ZGA, zowel vanuit het perspectief van data-analyse als van modellering, met de nadruk op het verbinden van de twee.

Binnen de context van de astrofysische achtergrond vormde de ontwikkeling van een data-analysetechniek om de tijd tot detectie van zo'n achtergrond te verkorten een belangrijk onderdeel van dit werk. De ZGA van BZG kan worden onderscheiden van andere bijdragen in de LVK detectoren door zijn intermitterende aard. Omdat de duur van de signalen korter is dan de tijd tussen de signalen, lijkt deze achtergrond namelijk popcornachtig. Er wordt een nieuwe data-analysemethode ontwikkeld die zich richt op deze intermitterende aard en de verbeteringen in detectietijd in vergelijking met andere methoden worden geïllustreerd. Daarnaast worden de implicaties van de detectie van de astrofysische achtergrond voor de vorming en evolutie van systemen bestaande uit BZG onderzocht door gegevens van de LVK detectoren te gebruiken.

Binnen de mogelijke kosmologische bronnen wordt aandacht besteed aan eerste orde faseovergangen. Naarmate het heelal afkoelt, kunnen deze faseovergangen plaatsvinden en een ZGA genereren. De studie van deze faseovergangen en hun resulterende ZGA vormt het doel van het laatste deel van dit werk. Het doel is om de detecteerbaarheid van zulke signalen te begrijpen en om beperkingen op te leggen aan modellen, gegeven de ZG-gegevens van de LVK detectoren. Dit onderzoek illustreert hoe deeltjesfysica en ZG-fysica samen kunnen gaan om informatie in de achtergrond te onthullen.