

De Onderzoeksgroep
High Energy Physics

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

Hannah Duval

ter behaling van de graad van Doctor in de wetenschappen

Titel van het proefschrift:

**Whispers of the Cosmos:
Investigating the Gravitational-Wave Background and
its Inflationary Origins**

Promotoren:

Prof. dr. Alexander Sevrin (VUB)

Prof. dr. Alberto Mariotti (VUB)

Co-promotor:

**Prof. dr. Mairi Sakellariadou
(King's College London, UK)**

De verdediging heeft plaats op

woensdag 14 oktober 2026 om 16u

Campus Etterbeek VUB, Pleinlaan 2, Elsene in
auditorium **K.2.56**

De verdediging is ook te volgen via [Zoom](#)
(Meeting ID: 817 5994 3050 - Passcode:
0GNgvT)

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Ben Craps (VUB, voorzitter)

Prof. dr. Michael Tytgat (VUB)

Prof. dr. Katrien Kolenberg (VUB)

Prof. dr. Archisman Ghosh (UGent)

Dr. Tania Regimbau (CNRS, FR)

Curriculum vitae

Hannah Duval behaalde haar Master of Physics aan de KU Leuven, met een specialisatie in Theoretical Physics en een minor in Astronomy and Astrophysics. In 2022 startte zij haar doctoraat aan de Vrije Universiteit Brussel binnen de onderzoeksgroep High-Energy Physics, onder begeleiding van prof. Alberto Mariotti en prof. Alexander Sevrin, met prof. Mairi Sakellariadou (King's College London) als co-promotor. Haar onderzoek richt zich op de **gravitatiegolfachtergrond** en de oorsprong ervan in het vroege heelal. Ze onderzoekt onder meer de impact van inflatie en niet-standaard kosmologische geschiedenissen op het gravitatiegolfsignaal. Hannah is actief binnen de **LVK** en **Einstein Telescope Collaborations**. Naast haar onderzoek is ze betrokken bij het onderwijs en begeleidt ze bachelorproeven.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

Het vroege heelal is een periode gehuld in mysterie. In onze zoektocht om het te begrijpen vormen zwaartekrachtsgolven (ZG) een krachtig hulpmiddel. Ze dragen namelijk informatie mee uit de vroegste momenten van de kosmische geschiedenis en energieschalen die onbereikbaar zijn voor elektromagnetische waarnemingen. Einstein voorspelde deze ZG al in zijn algemene relativiteitstheorie en in 2015 werden ze voor het eerst rechtstreeks gedetecteerd door de LIGO-Virgo-KAGRA (LVK) samenwerking. Sindsdien zijn talrijke ZG afkomstig van astrofysische gebeurtenissen waargenomen. Naast deze individueel waarneembare signalen van compacte astrofysische bronnen wordt verwacht dat een alomtegenwoordige achtergrond van ZG (AZG) bestaat. Afhankelijk van de oorsprong kan deze achtergrond worden onderverdeeld in astrofysische en kosmologische bijdragen. Terwijl de astrofysische AZG bestaat uit de superpositie van astrofysische bronnen die niet individueel waarneembaar zijn, is de kosmologische achtergrond afkomstig van fysische processen in het vroege heelal. Deze laatste biedt een directe inkijk in fundamentele fysica bij extreem hoge energieschalen.

Deze thesis richt zich op kosmologische bijdragen aan de AZG, met bijzondere nadruk op inflatie, een periode van versnelde expansie die vermoedelijk kort na de oerknal plaatsvond. Hoewel er verschillende inflatiemodellen zijn voorgesteld, bestaat er nog geen consensus over het juiste model. Een algemene voorspelling van inflatie is echter de productie van een kosmologische AZG, waarvan de eigenschappen sterk afhangen van de inflatiedynamica en de daaropvolgende kosmologische evolutie. De impact van een niet-standaard kosmologische geschiedenis wordt bestudeerd, waarbij wordt aangetoond hoe zwaartekrachtsgolfwarnemingen afwijkingen van de standaard kosmologische evolutie van het heelal kunnen onderzoeken. Met behulp van data van de LVK-samenwerking worden de kosmologische scenario's observationeel getoetst. Daarnaast worden voorspellingen gemaakt voor toekomstige detectoren zoals de Einstein Telescoop, waarmee de toenemende mogelijkheden van zwaartekrachtsgolfexperimenten om fysica van het vroege heelal te testen worden aangetoond. Verder onderzoekt deze thesis pariteitsschende signalen in de AZG, die zouden wijzen op fysica voorbij het standaardmodel. De gevoeligheid van toekomstige detectornetwerken voor dergelijke signalen wordt onderzocht, met bijzondere aandacht voor de impact van detectorgeometrie. Door systematisch het ontwerp van de Einstein Telescoop, detectororiëntaties en armlengtes te variëren, wordt de invloed van de netwerkconfiguratie op de detecteerbaarheid van pariteitsschending in de AZG gekwantificeerd.

Deze resultaten benadrukken het potentieel van huidige en toekomstige zwaartekrachtsgolfdetectoren om fundamentele fysica te onderzoeken en de kosmologische geschiedenis te reconstrueren. Zo vormen ZG een uniek venster op het vroege heelal en bieden een directe inkijk in zijn vroegste momenten en de fundamentele fysica die zijn evolutie heeft bepaald.