

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

Godwin Komla Krampah

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Titel van het proefschrift:

**Lunar Radio Detection of Ultra-High-Energy Cosmic-Rays and
Neutrinos with LOFAR**

Promotor:

Prof. dr. Stijn Buitink

De verdediging heeft plaats op

**Woensdag 20 december 2023 om 16u in
Promotiezaal D.2.01**

De verdediging kan ook online gevolgd
worden via:

<https://us02web.zoom.us/j/89378693218?pwd=K0lIZ0JBZlVrNWRaVmRaaENsTGhCQT09>

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Nick van Eijndhoven (VUB, voorzitter)

Prof. dr. Krijn de Vries (VUB, secretaris)

Prof. dr. Frank De Proft (VUB)

Prof. dr. Olivier Martineau (Sorbonne
Université, Frankrijk)

Prof. dr. Simona Toscano (ULB)

Prof. dr. Didar Dobur (UGent)

Curriculum vitae

Godwin Komla Krampah behaalde zijn bachelor (2015) en master (2018) in fysica aan respectievelijk de Universiteit van Ghana en de Radboud Universiteit. Later kwam hij in 2018 bij de VUB als PhD-kandidaat op het gebied van radiodetectie van ultrahoge energie (UHE) neutrino's en kosmische straling die botsen met de maan. Tijdens deze jaren leverde hij een belangrijke bijdrage aan de ontwikkeling van een trigger-algoritme voor de toekomstige realtime observaties. Hij werkte ook aan de ontwikkeling van een Monte Carlo simulatie voor de berekening van de effectieve apertuur van UHE neutrino's die op de maan botsen. Met behulp van een observatie van één minuut berekende hij de fluxlimiet voor neutrinos.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

Vanwege hun lage flux is het begrijpen van de oorsprong en aard van ultra-hoog-energetische(UHE) kosmische straling en neutrino's een grote uitdaging. Wanneer deze UHE-deeltjes in wisselwerking komen met het regolith van de Maan, veroorzaken ze een kettingreactie met een negatieve lading die leidt tot een korte, coherente uitbarsting van radio-emissie. Dit fenomeen staat bekend als het Askaryan-effect. In de context van het NuMoon-experiment is het primaire doel van dit onderzoek om nanoseconde radiopulsen van deze interacties op de Maan te detecteren. De methodologie, die de maan Askaryan-techniek wordt genoemd, maakt gebruik van radiotelescopie op de grond en biedt een aanzienlijke effectieve apertuur om de kans op detectie te vergroten. De LOw-Frequency ARray (LOFAR), die werkt binnen een optimaal frequentiebereik van 110-190 MHz voor maansignaal detectie, wordt gebruikt om naar deze pulsen te zoeken op het oppervlak van de Maan. Het succes van deze zoektocht vereist een grondige analyse van mogelijke belemmeringen, zoals achtergrondruis en ionosferische effecten, en in dit werk wordt aangetoond dat deze laatste de waarschijnlijkheid van signaaldetectie verminderen. We laten zien hoe het ionosferische effect op het signaal kan worden gecorrigeerd en hoe radiofrequentie-interferentie (RFI) in de gegevens kan worden verwijderd. Om het zoeken verder te verbeteren werd een GPU-gebaseerd algoritme ontwikkeld om het volledige data-acquisitieproces van LOFAR te simuleren. Dit proces omvat het simuleren van een bandgelimiteerde Askaryan-puls, het convolveren van deze puls met de antennerespons, het kanaliseren van het signaal met behulp van een polyfase filterbank en het bundelen van pulsen van meerdere antennes om de gevoeligheid te verbeteren. Met de simulatie werden de verwachte kenmerken van zowel RFI-achtige als signaalachtige gebeurtenissen in de gegevens onderzocht, wat leidde tot het ontwerp van een optimale observatiestrategie. Er werd een waarnemingsessie van een minuut uitgevoerd met zes LOFAR-stations die op de Maan waren gericht. Er werd een impuls onderzoek uitgevoerd op de gegevens, dat geen signaalachtige gebeurtenissen opleverde. Dientengevolge werd een modelonafhankelijke bovengrens vastgesteld voor UHE-neutrino flux, gebruikmakend van een Monte Carlo simulatie - ontwikkeld in de context van dit werk - om de effectieve apertuur van de Maanwaarneming voor deze ongrijpbare deeltjes te evalueren. Deze niet-detectie en de daaropvolgende analytische resultaten dragen bij aan onze voortdurende inspanningen om de mysteries van UHE kosmische straling en neutrino's te ontrafelen.