

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

## Simon De Kockere

ter behaling van de graad van Doctor in de wetenschappen

Titel van het proefschrift:

Observation of Neutrino-Induced Cascades  
via Radio Detection Techniques

### Curriculum vitae

Promotoren:

Prof. dr. Nick van Eijndhoven

Prof. dr. Krijn de Vries

De verdediging heeft plaats op

Dinsdag 29 oktober 2024 om 16u in  
U-residence, Groene zaal

De verdediging kan ook [online](#) gevolgd worden.

### Samenstelling van de jury

Prof. dr. Jorgen D'Hondt (VUB, voorzitter)

Prof. dr. Stijn Buitink (VUB, secretaris)

Prof. dr. Michael Tytgat (VUB)

Prof. dr. Dominique Maes (VUB)

Prof. dr. Ioana Maris (ULB)

Prof. dr. Anna Nelles (DESY Zeuthen en  
Friedrich-Alexander Universität  
Erlangen, DE)

Simon behaalde zijn MSc. in Fysica & Sterrenkunde aan de Universiteit van Gent in 2018. In zijn MSc-scriptie concentreerde hij zich op de optimalisatie van een zoektocht naar zogenaamde double bang topologieën in de IceCube-detector, die een duidelijke indicatie zijn voor tau neutrino interacties.

Als doctoraatstudent aan het VUB-IIHE instituut werkte Simon binnen de groep astrodeeltjesfysica als lid van de Askaryan Radio Array (ARA), Radio Neutrino Observatory in Groenland (RNO-G) en Radar Echo Telescope (RET) collaboraties. Het hoofdonderwerp van zijn proefschrift is de simulatie van de radio-emissie van deeltjeslawines veroorzaakt door kosmische straling, zoals waargenomen door radiodetectoren in het ijs. Als onderdeel van zijn doctoraat was Simon lid van de RNO-G en RET teams die in 2023 en 2024 op Summit Station, Groenland verantwoordelijk waren voor installatie, onderhoud en kalibratie van de detectoren. Bovendien was hij nauw betrokken bij de onderwijsactiviteiten van het departement Fysica en Sterrenkunde, begeleidde hij BSc./Msc. studenten en presenteerde hij zijn bevindingen op wetenschappelijke conferenties en via peer-reviewed artikelen.

### Abstract van het doctoraatsonderzoek

Verschillende huidige generatie neutrino-telescopen gebruiken optische modules om neutrino interacties in ijs of water te detecteren, zoals bijvoorbeeld het IceCube Neutrino Observatory op de Zuidpool, dat een detectievolume van 1 km<sup>3</sup> heeft. Zelfs een detectievolume van deze orde blijkt onvoldoende te zijn om de extreem lage flux van neutrino's waar te nemen rond een energie van 10 PeV en meer. Daarom is er nood aan een nieuwe detectiemethode, waarmee op een praktische en kostenefficiënte manier nog grotere detectievolumes gerealiseerd kunnen worden. Wanneer een neutrino in het ijs interageert, ontstaat er een lawine aan deeltjes dat een netto negatieve lading ontwikkelt. De deeltjeslawine zal bijgevolg radiogolven uitzenden, die een attenuatielengte van ~1 km in ijs hebben. Dit wordt Askaryan straling genoemd. Nieuwe generatie neutrino-telescopen in de poolgebieden onderzoeken momenteel de mogelijkheid om neutrino-interacties in ijs aan de hand van deze straling waar te nemen. Hoewel Askaryan straling van deeltjeslawines in een dicht medium wel al in een gecontroleerde omgeving gedetecteerd is, is een dergelijk signaal nog nooit in natuurlijke omstandigheden waargenomen.

Askaryan radiogolven van kosmische deeltjeslawines in de atmosfeer zijn echter wel al waargenomen door radiotelescopen op de grond. Bovendien bevat zo een atmosferische deeltjeslawine op hoogtes van ongeveer 3 km, typisch voor poolijskappen, een grote fractie van de energie van het kosmische deeltje. Deze energie is geconcentreerd rond de kern van de lawine en propageert zich door het ijs, wat net zoals bij neutrino-interacties leidt tot de ontwikkeling van een deeltjeslawine in het ijs. De kans dat kosmische straling interageert in de atmosfeer is echter veel groter, en de overeenkomstige waargenomen flux is aanzienlijk hoger. Het detecteren van Askaryan straling afkomstig van deeltjeslawines veroorzaakt door kosmische straling zou een waardevolle demonstratie van de detectietechniek zijn. Verder zorgen deze deeltjeslawines ook voor een belangrijk achtergrondsignaal, dat van neutrinosignalen onderscheiden moet worden.

In deze thesis wordt het eerste Monte-Carlo simulatieraamwerk voorgesteld voor de radio-emissie van kosmische deeltjeslawines voor radiodetectoren in ijs, dat zowel de component in lucht als in ijs simuleert. Het maakt gebruik van een bestaande simulatie code voor de component in lucht, en een module ontwikkeld met de GEANT4 simulatie toolkit voor de component in ijs. In beide onderdelen wordt ray-tracing toegepast voor de propagatie van de radiogolven. De belangrijkste eigenschappen van de deeltjeslawine in ijs als ook de radio-emissie van zowel de lucht- als ijscomponent voor detectoren in ijs worden besproken.