

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

Paul Coppin

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Titel van het proefschrift:
**Onderzoek naar de voorloperfase van gammaflitsen door middel van
gammastraal- en hoogenergetische neutrino observaties**

Promotor:
Prof. dr. Nick van Eijndhoven (VUB)
Co-promotor:
Prof. dr. Krijn De Vries (VUB)

De verdediging heeft plaats op
Vrijdag 22 april 2022 om 16u in aula D.2.01

De verdediging kan ook via een livestream gevolgd worden. Gelieve een e-mail te sturen naar paul.coppin@vub.be voor meer informatie.

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Jorgen D'Hondt (VUB, voorzitter)
Prof. dr. Sophie de Buyl (VUB, secretaris)
Prof. dr. Frank De Proft (VUB)
Prof. dr. Kumiko Kotera (Institut d'Astrophysique de Paris - VUB)
Prof. dr. Markus Ahlers (Niels Bohr Institute)
Prof. dr. Simona Toscana (ULB)
Prof. dr. Gwenhaël de Wasseige (Université Catholique Louvain la Neuve)

Curriculum vitae

Tijdens zijn natuurkunde opleiding heeft Paul zijn studies gefocust op de astrodeeltjes en computationele aspecten van de fysica. Zijn masterscriptie betrof een studie van het toekomstige IceCube-Gen2 neutrino observatorium en werd bekroond met de IUAP Robert Brout prijs en de BPS beste masterscriptieprijs. Na het behalen van zijn diploma aan de VUB in 2017 begon hij aan zijn doctoraat over een experimentele studie van gammaflitsen. Gedurende deze tijd was hij onderwijsassistent voor twee natuurkundevakken, en begeleidde hij de scripties van verschillende bachelor- en masterstudenten. Zijn onderzoek omvat data-gedreven analyses met waarnemingen van neutrino- en gammastraal-observatoria. De resultaten van deze studies zijn gepresenteerd op internationale conferenties en gepubliceerd op gerenommeerde internationale tijdschriften.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

Meer dan 50 jaar geleden hebben satellietwaarnemingen geleid tot de ontdekking van een nieuw, voorheen onbekend type van astrofysische verschijnselen. Deze gebeurtenissen stemmen overeen met extreem heldere uitbarstingen van hoogenergetisch licht en kregen daarom de naam gammaflitsen. Na hun ontdekking werd aangetoond dat gammaflitsen afkomstig zijn van kosmologische afstanden, wat impliceert dat zij één van de meest energetische en extreme verschijnselen in ons heelal zijn. Er is aangetoond dat twee processen gammaflitsen kunnen produceren. Zwarte sterren kunnen een uitbarsting veroorzaken wanneer zij al hun brandstof hebben opgebruikt, waarna er een cataclysmische explosie plaatsvindt. Anderzijds kan een gammaflits ook ontstaan wanneer een compact overblijfsel van een opgebrande ster in botsing komt met een ander dergelijk object. Beide soorten bronnen veroorzaken een explosie waarbij materiaal met extreem hoge energie wordt uitgestoten. Conventionele modellen suggereren dat schokgolf- en botsingsprocessen in dit proces leiden tot de productie van gammastralen en andere hoogenergetische deeltjes, waaronder neutrino's.

Een interessant kenmerk is dat een deel van de uitbarstingen voorloper-emissies vertoont, d.w.z. een zwakke gammaflits 10-100 seconden voor de hoofduitbarsting. Er zijn verschillende fysische mechanismen voorgesteld om deze vroege gammastralen te verklaren, maar er bestaat momenteel nog geen consensus over hun oorsprong. Wat veel voorspellingen gemeen hebben, is dat de fysische omstandigheden tijdens de voorloperfase kunnen leiden tot een aanzienlijke flux van hoogenergetische neutrino's. Dit argument motiveert coincidentiestudies tussen de voorloperfase van gammaflitsen en hoogenergetische neutrino's. De waarneming van zo'n neutrinosignaal zou belangrijke aspecten van de fysica van GRB's onthullen en bewijzen dat gammaflitsen bronnen zijn van zowel hoogenergetische neutrino's als kosmische straling.

Het doel van dit onderzoek is om de fysica van gammaflitsen te onderzoeken tijdens de voorloperfase. Daartoe zijn twee soorten analyses uitgevoerd. Ten eerste werd een analyse toegepast op data van NASA's Fermi-satelliet. Er werden nieuwe technieken ontwikkeld om een betrouwbare identificatie van de voorloperemissie mogelijk te maken. Meer dan 2000 gammaflitsen werden geanalyseerd. Dit maakte het mogelijk om een uitgebreide catalogus op te stellen en nieuwe eigenschappen van voorloper-emissie te identificeren. In het tweede deel van ons onderzoek werden gegevens van het IceCube neutrino observatorium gebruikt om te zoeken naar neutrino signalen van de voorloperfase van gammaflitsen. Twee analyses zijn uitgevoerd. De eerste analyse is erop gericht te bepalen of neutrino's worden waargenomen samenvallend met de geïdentificeerde gammaflitsen van de voorloper-emissie. Een tweede, meer generieke analyse werd ook uitgevoerd om te zoeken naar neutrinos die aankomen voor de hoofdfase van de gammaflits. Gegeven de significante verbetering in gevoeligheid tegenover vorige studies liet deze analyse voor het eerst toe om bepaalde modellen ofwel te bevestigen ofwel volledig uit te sluiten.