



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

## Nicolas Stylianou

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Gezamenlijk doctoraat met University of Bristol

Titel van het proefschrift:

**A search for four top quarks production at the CMS experiment via the single lepton channel**

### Promotors:

Prof. dr. Alberto Mariotti (VUB)

Prof. dr. Freya Blekman (DESY)

Prof. dr. Joel Goldstein (University of Bristol)

De verdediging heeft plaats op

**Donderdag 16 februari 2023 om 15u in**

**Promotiezaal D.2.01 of the VUB**

(informatie over eventuele livestream)

### Samenstelling van de jury

Prof. dr. Krijn De Vries (VUB, voorzitter)

Prof. dr. Konstantinos Petridis (University of Bristol, secretaris)

Prof. dr. Joel Goldstein (University of Bristol)

Prof. dr. Clara Nellist (Amsterdam University)

Dr. James Howarth (University of Glasgow)

### Curriculum vitae

Nicolas Stylianou studeerde in 2018 af aan de Universiteit van Bristol met een Master in de Fysica. Datzelfde jaar begon hij een gedeeld doctoraat in elementaire deeltjesfysica aan de Universiteit van Bristol en de Vrije Universiteit Brussel. Stylianou werkt in de CMS-collaboratie bij de Large Hadron Collider op CERN. Op CERN heeft hij gewerkt aan pixel detectoren en hun software, en deze resultaten zijn gepresenteerd op internationale workshops. Daarnaast heeft hij journal papers gepubliceerd over de zogenaamde "colour reconnection" bij interacties van meerdere quarks, en is als CMS-collaborator auteur van ongeveer 90 publicaties. De studie en bewijs voor de simultane productie van vier top quarks is het onderwerp van zijn studie en een paper is hiervoor in voorbereiding. Hier werkt hij aan een nieuwe methode waardoor achtergronden onafhankelijk zijn van simulatie onzekerheden die anders een grote impact zouden hebben op de zoektocht naar vier top quark productie.

### Abstract van het doctoraatsonderzoek

Het Standaard Model (SM) van de deeltjesfysica beschrijft de bouwstenen van deze wereld. Het is ongelooflijk succesvol in het beschrijven van fundamentele deeltjes en hun interacties, maar er zijn toch een verschijnselen die zonder verklaring blijven. Deze open vragen zijn de inspiratie en de motivatie voor zoektochten naar nieuwe fysica bij de experimenten van de Large Hadron Collider in CERN. Eén zeer interessant scenario dat gevoelig is voor nieuwe fysica die het huidige SM kan uitbreiden tot een volledige theorie is een fysisch proces dat bekend staat als vier top quark productie. Deze dissertatie presenteert de analyse die de gegevens verzameld door het CMS experiment bij de LHC gebruikt om te zoeken naar de productie van vier top quarks bij de LHC.

De productie van vier top quarks is een ongelooflijk zeldzaam proces dat nog moet niet is waargenomen. Dit komt deels door de kleine werkzame doorsnede, maar ook door een grote achtergrond die afkomstig is van processen met een vergelijkbare signatuur, zoals de productie van een top quark en anti-top quark paar in associatie met extra jets.

De focus van het proefschrift ligt op één van de mogelijke vervalskanalen, het zogenaamde "Single Lepton" kanaal. Het Single Lepton kanaal heeft een hoge waarschijnlijkheid van ongeveer 26%. In dit kanaal vervalst, zoals verwacht, elke van de vier top quarks naar een W-boson en een bottom quark, waarbij slechts één van de W-bosonen moet vervallen naar een lepton (e of  $\mu$ ) en een anti-neutrino. De achtergrond van dit vervalsproces kan worden afgeschat met simulaties, waar de theoretische en fenomenologische methode van de simulatie een van de belangrijkste bronnen van onzekerheid is. Dit doctoraat stelt ook een alternatieve methode voor voor de schatting van achtergronden van  $t\bar{t}$  productie in het enkel lepton kanaal die resultaten geeft van ongeveer dezelfde grootte maar complementaire bronnen van onzekerheid heeft. In de toekomst kan deze methode ook op andere vervalskanalen worden toegepast. Bovendien zal in de toekomst met meer data verzameld in CMS en kleine aanpassingen aan de methode de zoek significantie toenemen, omdat de belangrijkste beperking van deze methode de statistische onzekerheid van de input data is, terwijl de gevestigde methode gebruikt maakt van simulaties en theoretische onzekerheden op de afschatting van de achtergrond.