

Elementary Particle Physics

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

Hesham El Faham

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Gezamenlijk doctoraat met UCLouvain

Titel van het proefschrift:
Top quark interactions in the Standard Model Effective Field Theory

Promotors:
Prof. dr. Jorgen D'Hondt (VUB)
Dr. Andrea Giammanco (UCLouvain)

De verdediging heeft plaats op

**Vrijdag 30 september 2022 om 15u in
Auditoire Charles de la Vallée Poussin
(CYCL01), Building Marc de Hemptinne,
Chemin du Cyclotron, 2, 1348 Louvain-la-
Neuve**

Neem deel aan de Zoom meeting:
<https://us06web.zoom.us/j/83398990528?pwd=TGI6Sct5Qlg1WGZmYWcwVGpGbGk5dz09>

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Fabio Maltoni (UCLouvain, voorzitter)
Prof. dr. Alberto Mariotti (VUB, secretaris)
Dr. Denise Muller (VUB)
Prof. dr. Celine Degrande (UCLouvain)
Dr. Eleni Vryonidou (University of Manchester)
Prof. dr. Christoph Englert (University of Glasgow)

Curriculum vitae

Hesham El Faham behaalde in 2014 zijn bachelor in engineering in Egypte. Vervolgens behaalde hij in 2018 zijn master in theoretische deeltjesfysica aan de Universiteit van Uppsala in Zweden. In 2018 verhuisde hij naar België voor een gezamenlijke PhD-positie tussen de Université Catholique de Louvain en de Vrije Universiteit Brussel. Hij begon zijn doctoraat als experimentator in de CMS-samenwerking en werkte aan top-quark-effectieve veldtheorie-interpretaties. Hij werkte onder Dr. Andrea Giammanco (UCLouvain) en Prof. Jorgen D'Hondt (VUB). In 2020 veranderde hij de richting van zijn onderzoek. Sindsdien werkt hij onder de supervisie van Prof. Fabio Maltoni (UCLouvain), waarbij hij zich ook richt op top-quark-interacties in effectieve veldtheorieën, echter vanuit fenomenologisch perspectief.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

Gedurende de laatste tien jaar heeft men nabije de Large Hadron Collider (LHC) veel data verzameld om het standaardmodel van de deeltjesfysica te testen en het model te confirmeren als een succesvolle theorie. Niettegenstaande dit succes, is het standaardmodel een inherent onvolledige theorie. De huidige uitdagingen van het model beargumenteren dat nieuwe fysica fenomenen moeten bestaan. Deze nieuwe fysica buiten het standaardmodel is niet noodzakelijk triviaal zichtbaar als een resonantie van nieuwe deeltjes bij de LHC. Bijgevolg gebruiken we een effectieve veldentheorie benadering (SMEFT) om de mogelijke afwijkingen van het standaardmodel te parametriseren. Deze afwijkingen kunnen opduiken door nieuwe deeltjes die momenteel buiten het kinematisch bereik liggen van de deeltjesversneller. Een van vele mogelijke interacties waar nieuwe fysica kan voorkomen zijn deze met top quarks. De motivatie om de top quark interacties grondig te bestuderen is de hoge massa van de top quark en zijn sterke koppeling met het Higgs boson. Deze thesis omvat drie studies van verschillende top quark processen bij de LHC.

De productie van een top quark in associatie met een W en Z boson paar met NLO precisie in QCD is uitdagend door de overlap met andere processen. Om het tWZ proces bij NLO juist te definiëren in een kinematische regio waar we betrouwbaar SMEFT voorspellingen kunnen bestuderen, hebben we methoden ontwikkeld voor het verwijderen van diagrammen. Met deze studie kunnen we het tWZ proces gebruiken in globale fits voor toekomstige LHC studies.

We onderzoeken de productie van vier top quarks rekening houdend met alle mogelijke QCD en EW amplitudes, en alle relevante SMEFT operatoren. We konden aantonen dat ook de niet leidinggevende termen op een significante wijze kunnen bijdragen aan de werkzame doorsnede, en dus gevoelig zijn aan een bredere klasse van operatoren. We bepalen inclusieve en differentiële voorspellingen voor de LHC en de FCC-hh, en we komen tot verwachte limieten op de waarden van de coëfficiënten van de operatoren bij verschillende botsingsenergieën.

Tenslotte presenteren we een concrete meting met het CMS experiment van het productie van top-anti-top-quark paar geassocieerd met een Higgs in een eindtoestand met verschillende leptonen. We onderzochten de mogelijkheid voor de reconstructie van een differentieel top-Higgs systeem om een EFT interpretatie te bekomen. We bepaalden de reconstructie kwaliteit voor deze benadering en kwantificeerden de geassocieerde inefficiënties. Deze differentiële studie geeft aanleiding tot limieten op de coëfficiënten van de SMEFT operatoren relevant voor het proces.