

Proposition de stage – Année 2021-2022

Niveau du stage : M2

Durée du stage : 4 mois

Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse : Oui

Type de financement envisagé : École doctorale

Responsable du stage : Nicolas Chanon

Téléphone : +33 4 72 44 85 01

Email : n.chanon@ipnl.in2p3.fr

Adresse : IP2I Lyon – Bureau 115

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Equipe d'encadrement : Groupe CMS

Thématique : Physique des particules expérimentale

Intitulé du stage : Tester l'universalité des leptons dans le secteur du quark top avec CMS au LHC

Description du travail demandé :

L'universalité de saveurs des leptons dans le Modèle Standard (MS) prédit que les trois types de leptons chargés (électrons, muons et taus) interagissent tous de la même manière avec les autres particules, modulo leurs différences de masse. Or les indices qui mettent en défaut ce comportement se multiplient dans le secteur du quark beau (voir les récentes mesures à LHCb [1]), où des tensions entre prédictions théoriques et résultats expérimentaux sont observées. Ces anomalies pourraient être les premiers signes d'une découverte de physique au-delà du MS avec de nouvelles interactions fondamentales entre quarks et leptons.

Ces anomalies impliquent indirectement le quark top dans leur diagramme de Feynman. Ce stage propose donc de tester l'universalité de saveur des leptons directement dans le secteur du quark top, afin d'aborder le problème d'un nouveau point de vue. Le quark top est suspecté de jouer un rôle majeur dans les théories au-delà du MS de par sa haute masse. Ce stage analysera les quarks tops dans les données de collisions proton-proton récoltées à CMS (Compact Muon Solenoid), une expérience généraliste de physique des particules au LHC (Large Hadron Collider).

Pendant le stage, les données à 13 TeV du Run 2 du LHC collectées à l'expérience CMS seront analysées, en se focalisant sur la production d'une paire de quarks tops associée à une paire de leptons ($t\bar{t}b\bar{b}l\bar{l}$). Une étude phénoménologique sera aussi conduite pour explorer les signaux attendus (e.g. dans la théorie effective des champs, ou avec des leptoquarks). Dans le cadre du stage, l'étudiant utilisera le logiciel ROOT, et programmera en python ou en C++. Le stage pourra aussi s'effectuer en collaboration avec d'autres groupes du CERN, et l'étudiant pourra être amené à présenter son travail au CERN.

[1] LHCb Collaboration, "Test of lepton universality in beauty-quark decays", arXiv:2103.11769.

Internship offer – Year 2021-2022

Internship level: M2

Duration: 4 months

Possible PhD follow up: Yes

Proposed PhD funding type: Doctoral school

Supervisor: Nicolas Chanon

Phone: +33 4 72 44 85 01

Email: : n.chanon@ipnl.in2p3.fr

Address: IP2I Lyon – Bureau 115

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Mentoring team: CMS group

Research field: Experimental particle physics

Internship title: Testing lepton universality in the top quark sector with CMS at the LHC

Work description:

The lepton flavor universality in the Standard Model (SM) predicts that the three kinds of charge leptons (electrons, muons, taus) are interacting the same way with other particles, modulo their mass difference. However more and more indices are challenging this behavior in the sector of the beauty quark (see recent measurements at LHCb [1]), where tensions between theoretical predictions and experimental results are observed. These anomalies may be the first hints towards the discovery of physics beyond the SM, with new fundamental interactions between quarks and leptons.

The anomalies are involving indirectly the top quark in their Feynman diagram. This internship offers to test lepton flavor universality directly in the top quark sector, approaching the problem from a new point of view. The top quark is suspected to play a major role in theories beyond the SM because of its high mass. This internship will analyze top quarks in data from proton-proton collisions collected at CMS (Compact Muon Solenoid), a multi-purpose experiment of particle physics at the LHC (Large Hadron Collider).

During the internship, 13 TeV data of LHC Run 2 collected at the CMS experiment will be analyzed, focusing on the production of a top quark pair associated with a pair of leptons ($t\bar{t}l\bar{l}$). A phenomenological study will be conducted as well to explore the expected signals in several scenarios (e.g. in effective field theory, or with leptoquarks). Within the internship, the student will use the software ROOT, and program in python or C++. The internship could also be done in collaboration with other CERN teams, and the student could present the work at CERN.

[1] LHCb Collaboration, “Test of lepton universality in beauty-quark decays”, arXiv:2103.11769.