Anomalie des neutrinos de réacteur : analyse du bruit de fond cosmique dans l'expérience STEREO

Spécialité Physique nucléaire

Niveau d'étude Bac+5

Formation Ingenieur/Master

Unité d'accueil

Candidature avant le 30/04/2018

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [LETOURNEAU Alain](#)

+33 1 69 08 76 01

alain.letourneau@cea.fr

Résumé

La recherche de neutrinos stériles est un sujet très actif en ce moment. Leur existence pourrait expliquer les anomalies observées dans certaines expériences. L'objet du stage sera d'analyser le bruit de fond d'origine cosmique dans l'expérience Stereo. Ce bruit de fond est la principale composante qui limite la sensibilité de l'expérience.

Sujet détaillé

Notre équipe a mis en évidence il y a quelques années un déficit dans l'observation du nombre de neutrinos émis par un réacteur nucléaire pour des distances inférieures à 100 m. Cette anomalie, qui n'est prédite par aucun modèle pourrait signer la présence d'une nouvelle physique. Un état dit « stérile » du neutrino serait un candidat potentiel pour expliquer cette anomalie. En effet, en se couplant aux états "actifs", il pourrait faire disparaître une partie des neutrinos émis par la source. Ce point est aujourd'hui très fortement débattu au niveau international. Bien que l'existence d'un état stérile du neutrino soit postulée dans certains modèles, ce sujet est aujourd'hui fortement débattu au niveau international et incompatible avec les dernières observations cosmologiques.

Afin de clarifier l'origine de cette anomalie, nous avons proposé de mesurer le flux d'anti-neutrinos émis par le réacteur à haut-flux de l'Institut Laue-Langevin à Grenoble afin de détecter des variations en fonction de la distance et dans les distributions en énergie. Le détecteur Stereo est composé de 6 cellules identiques et optiquement indépendantes, placées en ligne sur la trajectoire des antineutrinos. Il utilise une technologie de détection basée sur des liquides scintillants organiques dopés au gadolinium largement répandue pour la détection de rayonnements ionisants. Il est en place depuis 2016 et des premières mesures ont déjà été réalisées.

Ce stage propose de prendre une part active à cette thématique en participant à l'analyse des données réacteur éteint afin d'étudier le bruit de fond induit par des neutrons d'origine cosmique. Ce bruit de fond étant le principal bruit de fond pénalisant de l'expérience, l'analyse de ces événements, leur distribution en énergie, leurs variations temporelles selon les conditions de l'environnement proche ou éloigné, leurs corrélations est essentielle afin de soustraire leur contribution au signal neutrino. L'étude de ce bruit de fond pourra s'appuyer sur une simulation de la production de neutrons dans la haute atmosphère terrestre par réaction de spallation et leur transport jusqu'au détecteur. Ce travail

servira de base pour estimer et réduire les incertitudes systématiques liées aux corrections de bruit de fond. Dans ces différentes tâches, l'étudiant(e) sera amené(e) à interagir avec les autres équipes de la collaboration (Institut Laue-Langevin, LAPP Annecy, LPSC Grenoble, MPKI Heidelberg). La période du stage correspondra au redémarrage du réacteur avec la possibilité de participer à l'analyse des premières données.

Ce stage sera l'occasion pour un(e) étudiant(e) d'approfondir ses connaissances en interaction rayonnement matière, en instrumentation nucléaire et en simulation de capteurs de physique. Ce sera également une bonne opportunité pour se familiariser avec le travail de chercheur et de participer à une aventure exaltante aux limites de la connaissance. Ce stage peut se poursuivre par une thèse.

Mots clés

physique des neutrinos, physique des reacteurs, rayonnement cosmic

Compétences

L'analyse des données s'effectuera avec un code développé par la collaboration basé sur la bibliothèque ROOT et les simulations avec le code GEANT4.

Logiciels

C++, GEANT4, ROOT

Reactor neutrino anomaly: cosmic-ray induced background analyses in the Stereo experiment

Summary

The search for the existence of sterile neutrinos is a very active subject. Their existence could answer unexplained anomalies observed by some experiments. The objectives of the training will be to analyze the background originated from cosmic rays. This background is the dominant component which limits the sensitivity of the experiment.

Full description

Keywords

neutrino physics, reactor physics, cosmic-rays

Skills

The analysis will be done using the code developed by the collaboration based on the ROOT software and the simulation using the GEANT4 software.

Softwares

C++, GEANT4, ROOT