

Vers la mesure de la violation de la symétrie CP dans les Oscillations des Neutrinos

Spécialité Physique corpusculaire des accélérateurs

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil

Candidature avant le 28/04/2017

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [BOLOGNESI Sara](#)
+33 1 69 08 1461
sara.bolognesi@cea.fr

Résumé

Sujet détaillé

La découverte de l'oscillation de neutrinos démontre que les neutrinos ont une masse et cela ne peut pas être expliqué dans le cadre du Modèle Standard de particules. La physique des neutrinos est donc aujourd'hui un secteur très prometteur pour la découverte de nouvelle physique.

L'étude d'oscillation de neutrinos est en cours dans l'expérience T2K (Tokai to Kamioka), située au Japon. Il s'agit d'une expérience d'oscillation de neutrinos avec un faisceau de neutrinos muoniques. L'accélérateur J-PARC, basé à Tokai, produit le faisceau qui passe à travers un détecteur proche à 280 m de la cible et pointe vers le détecteur lointain Super Kamiokande à 295 km. En observant les différences de flux et de saveur de neutrinos entre le détecteur proche et le détecteur lointain, on mesure l'oscillation des neutrinos. En particulier, la comparaison entre l'oscillation des neutrinos et des antineutrinos permet de mesurer un paramètre d'oscillation encore inconnu : la phase θ_{CP} qui paramétrise la violation de CP dans l'oscillation. La mesure de ce paramètre constituera la première observation de violation de CP dans le secteur leptonique et pourrait jouer un rôle fondamentale dans l'explication de l'asymétrie matière-antimatière dans l'Univers. Les données de T2K ont aujourd'hui posé la première contrainte sur la valeur de la phase θ_{CP} en excluant la conservation de CP ($\theta_{CP}=0$) avec un niveau de confiance de 90 %. Une statistique bien plus importante sera nécessaire pour une mesure plus précise et la collaboration T2K planifie une nouvelle phase de la prise de données (T2K-2) à haute puissance jusqu'à 2026.

L'étudiant travaillera sur l'analyse d'oscillation avec les données actuelles de T2K et en vue de l'augmentation de statistique prévue dans les prochaines années y compris pour T2K-2.

D'une part le travail aura pour but d'améliorer l'évaluation des erreurs systématiques, en particulier liées à la modélisation de l'interaction neutrino-noyau. D'autre part le candidat travaillera à l'amélioration de l'analyse d'oscillation afin de minimiser l'impact de ces incertitudes, par exemple en utilisant dans l'analyse de nouvelles variables liées à la cinématique des hadrons produits dans l'interaction (pions et nucléons).

Mots clés

oscillation de neutrinos

Compétences

L'étudiant utilisera des outils d'analyse de données sophistiqués: logiciels pour l'ajustement des données, simulations Monte Carlo, propagation des incertitudes systématiques

Logiciels

C++, ROOT, Linux (et autre outils développés dans la collaboration T2K)

Toward the measurement of CP violation in neutrino oscillations

Summary

Full description

The discovery of neutrino oscillations has demonstrated that neutrinos have mass, which cannot be explained in the framework of the Standard Model. Neutrino physics is therefore today a very promising sector to look for New Physics. The T2K (Tokai to Kamioka) experiment in Japan is studying neutrino oscillations exploiting a beam of muon neutrinos. The beam is produced by the J-PARC accelerator in Tokai, it passes through the near detector at 280 m from the production point and it heads to the far detector Super-Kamiokande, placed at a distance of 295 km. The neutrino oscillations are measured by observing the differences in the neutrino flux and flavor at the near and far detectors. In particular, the comparison of neutrino and anti-neutrino oscillations allows to measure a fundamental parameter still unknown: the phase δ_{CP} which parametrizes the violation of CP in the oscillation. The measurement of such parameter allows the first observation of CP violation in the leptonic sector which could play a fundamental role in the explication of matter-antimatter asymmetry in the Universe. T2K data have today constrained for the first time the value of the δ_{CP} phase excluding the CP conservation ($\delta_{CP}=0$) with a confidence level of 90%. Much larger statistics is needed for a more precise measurement and T2K collaboration is planning a new data taking period (T2K-2) with higher beam power until 2026.

The student will work on the oscillation analysis with the present T2K data and in view of the increase in statistics expected in the next years, including T2K-2. The work will focus on the improvement of the systematic uncertainties, in particular due to the modelling of neutrino-nucleus interactions. The student will also work on improving the oscillation analysis to minimize the impact of such uncertainties, for instance including in the analysis new variables describing the kinematics of the outgoing hadrons produced in the interactions (pions and nucleons).

Keywords

neutrino oscillations

Skills

The student will exploit very sophisticated analysis tools: likelihood fit, Monte Carlo simulations, propagation of systematic uncertainties

Softwares

C++, ROOT, Linux (et autre outils développés dans la collaboration T2K)