



L'anomalie des antineutrinos de réacteur à l'épreuve de la fonction force bêta.

Spécialité Physique nucléaire

Niveau d'étude Bac+4/5

Formation Ingénieur/Master

Unité d'accueil [DPhN/LEARN](#)

Candidature avant le 28/02/2023

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [LETOURNEAU Alain](#)
+33 1 69 08 76 01
alain.letourneau@cea.fr

Résumé

L'objet du stage est de mettre en place un modèle de fonction force bêta pour les produits de fission, basée sur une analyse multivariée des données existantes. Ce travail servira à améliorer la modélisation de la désintégration bêta et des spectres d'antineutrinos de réacteur.

Sujet détaillé

L'anomalie des antineutrinos de réacteur est un problème qui perdure depuis une dizaine d'années en physique du neutrino. Elle consiste en des déviations de quelques pourcents entre les spectres en énergie des antineutrinos mesurés auprès de réacteurs nucléaires et la modélisation à partir de nos connaissances de la radioactivité bêta. Elles pourraient être le signe de l'existence d'états stériles du neutrino et de l'hypothèse d'une physique au-delà du modèle standard, mais cette hypothèse est aujourd'hui rejetée par les expériences les plus récentes [1]. L'explication la plus actuelle se trouverait dans un biais dans les données expérimentales qui ont servis à établir la prédiction [2]. Pour confirmer cette explication, il est nécessaire d'exclure tous biais dans la modélisation de la désintégration bêta.

Dans ce stage, nous proposons de travailler au développement d'un modèle de fonction force bêta, la quantité qui permet de calculer l'intensité des transitions vers l'état final. Il s'agira d'établir la fonction force bêta de chaque fragment de fission en s'appuyant sur des techniques d'analyse empruntées à l'intelligence artificielle (IA) afin d'extraire les informations pertinentes de l'ensemble des données disponibles. Ces fonctions seront validées et utilisées pour calculer les transitions bêtas inconnues de certains noyaux.

Le travail consistera, dans un premier temps, à mettre en place le code d'analyse multivariée et à sélectionner l'approche d'IA la plus adaptée à notre problématique. Les données expérimentales de fonction force seront utilisées pour entraîner le réseau de neurone et l'analyse sera menée sur l'ensemble des données disponibles. Les fonctions forces ainsi obtenues seront utilisées pour calculer les transitions inconnues dans un modèle de désintégration bêta et générer des spectres électrons et antineutrinos qui seront comparés aux spectres mesurés.

[1] H. Almazán, et al (Stereo Collaboration), Improved Sterile Neutrino Constraints from the STEREO Experiment with

179 Days of Reactor-On Data, arXiv:1912.06582 (2020).

[2] A. Letourneau et al., On the origin of the reactor antineutrino anomalies in light of a new summation model with parameterized $\beta\beta$ transitions, arXiv:2205.14954 (2022).

Mots clés

Compétences

Analyse multivariée.

Logiciels

C++

The reactor antineutrino anomaly and the beta strength function.

Summary

The purpose of the internship is to set up a beta-strength function model for fission products, based on a multivariate analysis of existing data. This work will be used to improve the modeling of beta decay and reactor antineutrino spectra.

Full description

The reactor antineutrino anomaly is an ongoing problem in neutrino physics. It consists in deviations of a few percent between the energy spectra of antineutrinos measured at nuclear reactors and the modeling based on our knowledge of beta radioactivity. They could be a sign of the existence of sterile neutrino states and of the hypothesis of a physics beyond the standard model, but this hypothesis is now rejected by the most recent experiments [1]. The most actual explanation would be found in a bias in the experimental data that were used to establish the prediction [2]. To confirm this explanation, it is necessary to exclude any bias in the modeling of beta decay.

In this internship, we propose to work on the development of a model of the beta strength function, the quantity that allows to calculate the intensity of the transitions to the final state. We will establish the beta strength function of each fission fragment using analysis techniques borrowed from artificial intelligence (AI) in order to extract the relevant information from the available data set. These functions will be validated and used to calculate the unknown beta transitions of some nuclei.

The work will consist, in a first step, in setting up the multivariate analysis code and in selecting the AI approach the most adapted to our problem. The experimental strength function data will be used to train the neural network and the analysis will be carried out on all the available data. The resulting force functions will be used to calculate unknown transitions in a beta decay model and generate electron and antineutrino spectra that will be compared to measured spectra.

[1] H. Almazán, et al (Stereo Collaboration), Improved Sterile Neutrino Constraints from the STEREO Experiment with 179 Days of Reactor-On Data, arXiv:1912.06582 (2020).

[2] A. Letourneau et al, On the origin of the reactor antineutrino anomalies in light of a new summation model with parameterized β^- transitions, arXiv:2205.14954 (2022).

Keywords

Skills

Multivariate analysis

Softwares

C++