

Proposition de stage de M2 2023-2024 et possibilité de poursuite en thèse en physique nucléaire 2024-2027

Titre: Mesure des propriétés de désintégration bêta de noyaux d'intérêt pour la structure et l'astrophysique nucléaires et les applications

Equipe : Nuclear Structure and Energy (SEN team), SUBATECH laboratory, Nantes, France.

Contacts : Fallot Muriel, Estienne Magali

Tel. : 02 51 85 84 15 Email : fallot@subatech.in2p3.fr

Tel. : 02 51 85 84 34 Email : estienne@subatech.in2p3.fr

Description du sujet de thèse :

L'équipe SEN réalise des mesures de propriétés de désintégration bêta des noyaux riches en neutrons d'intérêt pour la structure nucléaire, l'astrophysique nucléaire et la physique des neutrinos et des réacteurs. Récemment elle a co-développé un nouveau détecteur avec l'IFIC de Valencia et l'université de Surrey, nommé E-Shape, pour mesurer la forme des spectres en énergie des électrons issus des désintégrations bêta interdites non-unique. Ces transitions spécifiques jouent un rôle dans la forme des spectres des antineutrinos des réacteurs qui est mal comprise. Leur mesure permettra également de contraindre les modèles microscopiques utilisés pour les prédictions des chemins du processus de nucléosynthèse de capture rapide des neutrons, à l'origine de la moitié des éléments plus lourds que le Fer. La prochaine expérience E-Shape se déroulera en décembre 2023 auprès de l'accélérateur de Jyväskylä en Finlande. Le détecteur, son électronique et la mécanique de l'expérience sont à Subatech.

L'étudiant.e de master pourra contribuer à la caractérisation du détecteur et à son étalonnage. Il/elle pourra également commencer à analyser les données d'un noyau mesuré lors de la campagne expérimentale de 2023 en fonction du temps restant.

Une poursuite en thèse est envisageable. Dans ce cas, le/la doctorant.e sera en charge de l'analyse des données et de leur interprétation. Il/elle participera également aux autres campagnes expérimentales qui auront lieu pendant la période de thèse et qui nécessiteront probablement, en amont, de travailler sur l'amélioration du détecteur E-Shape. En fonction des affinités du doctorant et du temps restant, une comparaison avec les prédictions théoriques sera effectuée, voire une participation aux calculs théoriques.

Avec la thèse proposée, la/le doctorant.e est donc susceptible d'acquérir des compétences allant de l'instrumentation à la théorie avec une composante majoritaire en analyse de données, fournissant un profil de recherche très complet.

Mots clé: désintégration bêta, structure et astrophysique nucléaires, physique des réacteurs et sûreté nucléaire, physique du neutrino, mesures d'électrons, détecteurs silicium et plastiques, force Gamow-Teller, théorie de Fermi, facteurs de forme.

Master 2 Internship in 2023-2024 and Possibility of Pursuing a PhD in Nuclear Physics 2024-2027

Title: Measurement of beta decay properties of nuclei of interest for nuclear structure and astrophysics, and applications

Team : Nuclear Structure and Energy (SEN team), SUBATECH laboratory, Nantes, France.

Contacts : Fallot Muriel, Estienne Magali

Tel. : 02 51 85 84 15 Email : fallot@subatech.in2p3.fr

Tel. : 02 51 85 84 34 Email : estienne@subatech.in2p3.fr

Description of the thesis topic:

The SEN team performs measurements of beta decay properties of neutron-rich nuclei of interest for nuclear structure, nuclear astrophysics and neutrino and reactor physics. Recently it has co-developed a new detector with the IFIC of Valencia and the University of Surrey, named E-Shape, to measure the shape of the energy spectra of electrons from non-unique forbidden beta decays. These specific transitions play a role in the shape of the reactor antineutrino spectra which is poorly understood. Their measurement will also allow to constrain the microscopic models used for the predictions of the paths of the fast neutron capture nucleosynthesis process, at the origin of half of the elements heavier than iron. The next E-Shape experiment will take place in december 2023 at the JYFL accelerator Laboratory of Jyväskylä in Finland. The detector, its electronics and the mechanics of the experiment are at Subatech.

The master student will be able to contribute to the characterisation of the detector and its calibration. He/she will also start the analysis of the data from one nucleus measured during the 2023 experimental campaign depending on the time remaining.

This internship could be followed up by a thesis. In that case, the PhD student will be in charge of the data analysis and interpretation. He/she will also participate to the other experimental campaigns that will occur during the thesis period which will probably require, upstream, to work on the upgrade of the E-Shape detector. Depending on the affinities of the PhD student and on the time remaining, a comparison with theoretical predictions will be performed, or even a participation in the theoretical calculations.

With the proposed thesis, the PhD student is likely to acquire skills ranging from instrumentation to theory with a major component in data analysis, providing a very complete research profile.

Key words: beta decay, nuclear structure, nuclear astrophysics, reactor physics, nuclear safety, neutrino physics, electron measurement, Silicon and plastic detectors, Gamow-Teller strength, Fermi theory, form factors