

Proposition de stage – Année 2020-2021

Niveau du stage : M1

Durée du stage : 6 semaines

Responsables du stage : Bernadette Rebeiro et Camille Ducoin

Téléphone :

Email : c.ducoin@ip2i.in2p3.fr

Adresse : IP2i Lyon – Bureau 136
Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Thématique : astrophysique nucléaire

Intitulé du stage : Mesures expérimentales pour l'étude de la nucléosynthèse par processus p : caractérisation de cibles pour une expérience de diffusion alpha-noyaux

Description du travail demandé : Différents processus de nucléosynthèse ont contribué à former les éléments chimiques qui constituent notre environnement. Leur modélisation doit permettre de reproduire les abondances d'éléments observées, ainsi que leur distribution isotopique. Notre groupe de physique nucléaire expérimentale de l'IP2i étudie le processus p, qui se produit dans certains environnements stellaires explosifs, tels que les supernovae gravitationnelles. Il s'agit d'un des processus de formation des noyaux plus lourds que le fer, et il est à l'origine de certains isotopes rares situés du côté riche en protons de la vallée de stabilité. Selon le scénario dominant, ce processus consiste en une série de réactions de photodésintégration partant de noyaux souches riches en neutrons : des photons très énergétiques arrachent aux noyaux des neutrons, puis des protons ou des particules alpha. La connaissance de l'interaction entre noyaux et particules alpha, qui est encore mal maîtrisée par la théorie, est un des points cruciaux pour parvenir à calculer précisément les abondances produites dans le cadre d'un scénario astrophysique. Dans ce contexte, nous cherchons à améliorer la modélisation du potentiel optique alpha-noyau en particulier dans la région des terres rares. Un programme expérimental impliquant plusieurs autres équipes (notamment au GANIL et à l'IJCLab) et différentes installations européennes est élaboré dans ce but. Une des premières mesures doit avoir lieu à Orsay en 2021 avec le spectromètre SplitPole, dans l'objectif de déterminer des sections efficaces différentielles de diffusion élastique alpha-noyaux. Un faisceau de particules alpha sera envoyé sur différentes cibles, notamment ^{144}Sm , ^{177}Hf et ^{162}Er . En prévision de ces mesures, les cibles à utiliser doivent être caractérisées en termes d'épaisseur, de pureté et d'homogénéité. Cette caractérisation se fait par la méthode RBS (Rutherford Backscattering Spectroscopy). Les mesures RBS ont déjà été réalisées pour une partie des cibles, et de nouvelles mesures sont prévues début 2021.

Le travail de stage consistera à analyser les données de ces mesures de façon à caractériser les cibles, et sélectionner celles qui permettront d'obtenir des mesures précises de sections efficaces. L'analyse des données réelles se fera avec le logiciel SIMNRA qui est l'outil généralement utilisé pour ce type de mesures. Des simulations seront aussi effectuées avec GEANT4 et comparées aux données réelles afin d'explorer différents effets tels que le rôle des contaminants et des inhomogénéités.

Internship offer – Year 2020-2021

Internship level: M1

Duration: 6 weeks

Supervisors: Bernadette Rebeiro and Camille Ducoin

Phone:

Email: c.ducoin@ip2i.in2p3.fr

Address: IP2I Lyon – Bureau 136
Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac
4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Research field: nuclear astrophysics

Internship title: Experimental measurements for the study of p-process nucleosynthesis : target characterization for an alpha scattering experiment

Work description: Several nucleosynthesis processes have contributed to produce the chemical elements that constitute our environment. Their modeling should correctly predict the observed elemental abundances, as well as their isotopic distribution. Our experimental nuclear physics group at IP2I is studying the p-process, which occurs in explosive stellar environments such as core-collapse supernovae. It is one of the production processes of nuclei heavier than iron, and it is responsible for the existence of rare isotopes situated on the proton-rich side of the stability valley. According to the dominant scenario, this process consists in a series of photodisintegration reactions starting from neutron-rich seed nuclei : very energetic photons tear neutrons, then protons or alpha particles from these nuclei. The knowledge of alpha-nucleus interaction, which is still not well mastered by theory, is crucial for the precise calculation of abundances produced in a given astrophysical scenario. In this context, the objective of our research is to improve the alpha-nucleus optical potential modeling, especially in the rare-earth region. An experimental program involving several other teams (especially at GANIL and IJCLab) and different European installations is developed for this purpose. One of the first measurements will take place in Orsay in 2021 using the SplitPole spectrometer, with the aim to determine differential alpha-nucleus scattering cross-sections. An alpha beam will be sent on several targets, especially ^{144}Sm , ^{177}Hf and ^{162}Er . In anticipation of these measurements, the targets that will be used have to be characterized for their thickness, purity and homogeneity. This characterization is performed by RBS method (Rutherford Backscattering Spectroscopy). RBS measurements have already been performed for some of the targets, and new measurements are expected at the beginning of 2021.

The student will perform the data analysis from these measurements in order to characterize the targets, and select those that will allow to obtain precise cross section measurements. The analysis of real data will be carried out with the SIMNRA software, which is generally used for such measurements. In addition, GEANT4 simulations will be performed and compared to real data, in order to explore several effects such as the role of impurities and inhomogeneities.