

Proposition de stage – Année 2019-2020

Niveau du stage : M2

Durée du stage : 4 mois

Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse : Oui

Type de financement envisagé : Ecole doctorale

Responsable du stage : Camille Ducoin

Téléphone :

Email : camille.ducoin@univ-lyon1.fr

Adresse : IP2I Lyon – Bureau 136

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Equipe d'encadrement : groupe Matière Nucléaire

Thématique : astrophysique nucléaire : nucléosynthèse

Intitulé du stage : Potentiels optiques et nucléosynthèse explosive

Description du travail demandé :

Les processus de nucléosynthèse explosive mettent souvent en jeu des réseaux de réactions très étendus, impliquant un grand nombre de noyaux exotiques. La plupart de ces réactions étant hors de portée d'une étude expérimentale directe, la modélisation permettant de déterminer l'abondance des différents noyaux produits au cours de ces événements fait massivement appel à des calculs théoriques basés sur le modèle statistique de Hauser-Feshbach. D'un autre côté, des résultats expérimentaux sont indispensables afin d'ajuster les paramètres employés par cette théorie et en rendre les prédictions plus fiables. Ainsi, **l'une des principales sources d'incertitudes dans la détermination des taux de réactions astrophysique est la modélisation des potentiels optiques alpha-noyaux.** De nombreux travaux théoriques visent à obtenir une description globale du potentiel optique alpha-noyau (valable pour différents noyaux et différentes énergies incidentes), mais se heurtent à des difficultés notamment dans les basses énergies, qui correspondent à la région d'intérêt astrophysique. Il est largement reconnu que **le manque de données expérimentales aux énergies inférieures à la barrière coulombienne est un obstacle aux progrès espérés** dans ce domaine.

Le groupe Matière Nucléaire de l'IP2I a pour projet de mener des campagnes expérimentales visant à mieux connaître le comportement à basse énergie du potentiel optique alpha-noyau, en s'intéressant notamment au

domaine peu connu des noyaux lourds, au cas du samarium 144 qui soulève de nombreuses questions, ainsi qu'à des effets jusqu'ici peu explorés tels que la dépendance en isospin et le rôle de la déformation. Pour cela, nous envisageons des mesures de sections efficaces de diffusion élastique aussi bien que de captures radiatives, en employant différents types de dispositifs et d'analyse.

Le travail de stage consistera essentiellement à préparer ces campagnes expérimentales. Des **simulations** permettront d'étudier la qualité du signal attendu et d'ajuster en conséquence les paramètres de l'expérience. Des **codes de calculs** seront employés afin d'étudier les comportements prédits par différents modèles et de sélectionner les réactions qui apporteront les informations les plus importantes. En fonction du calendrier des expériences à réaliser, il est envisageable que le/la stagiaire prenne part à une expérience de diffusion élastique prévue sur le site d'Orsay en 2020.

Principales qualités attendues : solides connaissances en physique nucléaire, intérêt marqué pour l'astrophysique, aisance en programmation.

Internship offer – Year 2019-2020

Internship level: M2

Duration: 4 months

Possible PhD follow up: Yes

Proposed PhD funding type: Ecole doctorale

Supervisor: Camille Ducoin

Phone:

Email: camille.ducoin@univ-lyon1.fr

Address: IP2I Lyon – Bureau 136

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Mentoring team: groupe Matière Nucléaire

Research field: nuclear astrophysics : nucleosynthesis

Internship title: Optical potentials and explosive nucleosynthesis

Work description:

Nucleosynthesis processes during explosive stellar events often involve extended reaction networks, including a large number of exotic nuclei. Most of these reactions are out of reach of a direct experimental study. To determine the abundances of various nuclei produced during these events, modeling massively resort to theoretical calculations based on the statistical Hauser-Feshbach model. On the other hand, experimental results are essential in order to adjust the parameters employed by this theory, and make its predictions more reliable. Thus, **one of the main source of uncertainties in determining the astrophysical reaction rates is the modeling of alpha-nucleus optical potentials.** Numerous theoretical works aim at obtaining a global description of the alpha-nucleus potential (valid for various sizes of nuclei and various incident energies), but face large difficulties especially in the low-energy regime, which corresponds to the region of interest in astrophysics. It is widely recognized that the **lack of experimental data at energies below Coulomb barrier is an obstacle to the progress hoped for** in this domain.

The project of our group is to perform experimental campaigns to improve the knowledge of the low-energy behaviour of the alpha-nucleus optical potential, focusing especially on the poorly known case of heavy nuclei, on the intriguing case of samarium 144, and on effects that have not been much



explored yet such as the role of isospin and deformation. For this, we plan to measure cross sections of elastic scattering as well as radiative capture reactions, employing different types of experimental setups and analysis techniques.

The work performed during the internship will be dedicated to the preparation of these experimental campaigns. Simulations will allow to study the quality of the obtained signal and adjust the experimental parameters. **Calculation codes** will be employed to study the features predicted by different models and select reactions that will bring the most important information. Depending on the experimental schedule, it could be a possibility for the student to take part in an alpha-scattering experiment expected to take place in Orsay in 2020.

Main requested qualities : sound knowledge of nuclear physics, pronounced interest for astrophysics, proficiency in programming.