IRFU : Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'univers

Saclay

DPhN/LENA

Recherche des noyaux en forme de poire dans les actinides : participation à l'expérience de spectroscopie laser d'isotopes de nobélium (Z = 102) et de lawrencium (Z = 103)

Spécialité Physique nucléaire

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil DPhN/LENA

Candidature avant le 30/03/2020

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact VANDEBROUCK Marine
+33 1 69 08 73 87
marine.vandebrouck@cea.fr

Résumé

Le stage proposé consiste en la préparation et la participation à l'expérience de spectroscopie laser du 255Lr, il s'agira du noyau le plus lourd jamais étudié par cette méthode, et du 254No à GSI (Allemagne).

Sujet détaillé

L'étude du noyau atomique dans ses configurations les plus extrêmes – en particulier aux limites de stabilité du noyau - est un axe majeur de la physique nucléaire fondamentale contemporaine. En effet, le noyau, poussé dans ses retranchements, adopte un comportement caractéristique qui révèle sa structure sous-jacente. Ces études sont cependant confrontées à des difficultés expérimentales, comme c'est le cas dans la région des noyaux lourds, noyaux éphémères qui sont difficiles à produire. Dans cette région de la carte des noyaux, les actinides déficients en neutrons présentent un intérêt particulier. En effet, plusieurs calculs théoriques prédisent des déformations octupolaires (forme de poire), et nous savons que ces dernières jouent un rôle clé dans les processus de fission ou dans les nouvelles radioactivités, appelées radioactivités cluster, par exemple. La présence de déformations octupolaires pourrait même avoir un impact sur la physique au-delà du modèle standard.

Le laboratoire LENA (Laboratoire d'Etude du Noyau Atomique), au sein du Département de Physique Nucléaire de l'Irfu, est fortement impliqué dans l'étude de la structure des noyaux lourds. Les chercheurs du LENA travaillent, depuis longtemps, en étroite collaboration avec les équipes du GANIL (France), de GSI (Allemagne) et de l'Université de Jyväskylä (Finlande) où ils réalisent leurs expériences. Depuis quelques années, une nouvelle approche expérimentale est utilisée à GSI pour étudier les propriétés de l'état fondamental des noyaux lourds : la spectroscopie laser.

La spectroscopie laser s'est imposée comme un outil puissant pour étudier la structure du noyau. S'appuyant sur le fait que certaines propriétés atomiques dépendent des propriétés du noyau, la spectroscopie laser est une technique de physique atomique qui permet d'étudier les propriétés du noyau indépendamment des modèles nucléaires. Les résultats expérimentaux obtenus avec cette méthode fournissent ainsi des contraintes fortes sur l'interaction nucléon-

nucléon dans le noyau.

L'objectif de ce stage est la préparation et la réalisation d'une expérience de spectroscopie laser du 254No et du 255Lr – la spectroscopie laser n'a jamais été réalisée dans un noyau aussi lourd - qui aura lieu à GSI en mai 2020. Le stagiaire pourra ainsi se familiariser avec cette technique expérimentale qui sera, par la suite, utilisée pendant la thèse de doctorat.

Mots clés

Structure nucléaire – Noyaux lourds – Spectroscopie laser

Compétences

Compétences concernant l'utilisation des systèmes de détection, en programmation et en analyse de données.

Logiciels

C++, ROOT

Search for pear-shape nuclei in actinides: participation in the laser-spectroscopy experiment of nobelium (Z = 102) and lawrencium (Z = 103) isotopes

Summary

The proposed internship consists of preparing and participating in the laser spectroscopy experiment of 255Lr, which will be the heaviest nucleus ever studied with this method, and of 254No in GSI (Germany).

Full description

The study of atomic nuclei in their most extreme configurations - especially at the limits of the nucleus stability - is a major direction of contemporary fundamental nuclear physics research. Pushed to its limits, a nucleus shows a characteristic behavior that reveals its underlying structure. Experimentally, these studies represent a major challenge in the region of heavy nuclei which are unstable nuclei difficult to produce. In this region of the nuclear chart, neutron-deficient actinides are of particular interest. Indeed, several theoretical calculations predict strong octupole deformations (pear shape), and it is well known that the latter play a key role in fission dynamics or cluster radioactivity for example, as well as, could even have an impact beyond the Standard Model of particle physics.

The LENA laboratory (Laboratoire d'Etude du Noyau Atomique), which belongs to the nuclear physics department of Irfu, is strongly involved in the study of the structure of heavy nuclei. For many years, LENA researchers have been working in collaboration with teams from GANIL (France), GSI (Germany) and the University of Jyväskylä (Finland) where they conduct their experiments. In recent years, a new experimental approach has been used at GSI to study the ground-state properties of heavy nuclei: the laser spectroscopy.

The laser spectroscopy has been well established as a powerful tool in nuclear structure studies. Relying on the fact that some properties of the atomic spectrum depend on the properties of the nucleus, laser spectroscopy is an atomic physics technique that allows to study the nuclear properties independently of nuclear models. Experimental results obtained with this method provide stringent constraints on the nucleon-nucleon interaction in the nucleus.

The objective of this internship is to prepare and perform the laser-spectroscopy experiment of 254No and 255Lr - laser spectroscopy has never been performed in such a heavy nucleus – which is scheduled at GSI in May 2020. The student will thus be able to familiarize himself with this experimental technique, which will then be used during the doctoral thesis.

Keywords

Nuclear structure – Heavy nuclei – Laser spectroscopy

Skills

Skills concerning the use of detectors, programming and data analysis.

Softwares

C++, ROOT