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

Saclay

DPhN/LENA

Déformation des noyaux étudiée par l'excitation coulombienne

Spécialité Physique nucléaire

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil DPhN/LENA

Candidature avant le 04/06/2020

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact ZIELINSKA Magdalena
+33 1 69 08 74 86
magda.zielinska@cea.fr

Résumé

Le stage sera une initiation à la technique expérimentale d'excitation coulombienne utilisée pour étudier les formes de noyaux atomiques. Le stagiaire pourra aborder l'analyse de données expérimentales aussi que les simulations nécessaires pour préparer une expérience sur 100Zr.

Sujet détaillé

La forme des noyaux est une des propriétés nucléaires fondamentales. Elle est gouvernée à la fois par des effets macroscopiques et microscopiques tels que la structure en couche du noyau. L'excitation coulombienne est la méthode la plus directe pour étudier les formes des noyaux dans leurs états excités. Dans le processus de diffusion de deux noyaux, le champ électromagnétique qui agit entre eux est à l'origine de leur excitation. Si la distance minimale d'approche entre le projectile et la cible est suffisamment grande, l'interaction nucléaire de courte portée peut être négligée et l'excitation peut être décrite en utilisant l'interaction électromagnétique dont toutes les propriétés sont connues. En conséquence, les sections efficaces de population des états excités, mesurées dans les expériences d'excitation coulombienne, peuvent être directement reliées aux moments statiques et dynamiques de la distribution de charge (alors la forme) des noyaux étudiés.

En 2020 nous allons réaliser une expérience d'excitation coulombienne à ANL Argonne (Etats-Unis) pour étudier les formes variées que le noyau du 100Zr peut adopter. Les calculs théoriques prédisent que ce noyau change radicalement sa forme à une faible énergie d'excitation, en allant de prolate (allongée) à oblate (aplatie). Notre expérience permettra de déterminer les moments quadripolaires des états excités dans le 100Zr qui sont directement liés aux formes de ce noyau.

Le stage sera une initiation à la technique expérimentale d'excitation coulombienne. Le stagiaire pourra aborder l'analyse de données expérimentales de notre expérience précédente qui utilisait la même technique expérimentale, aussi que les simulations nécessaires pour préparer l'expérience sur le 100Zr. En fonction du planning, le/la stagiaire pourra participer aux expériences du groupe auprès des différents accélérateurs.
La durée du stage peut être adaptée aux exigences des différentes formations. Le stage pourra se poursuivre en

thèse qui portera sur la coexistence de formes dans les noyaux de Zr étudiée par l'excitation coulombienne et décroissance beta.

Mots clés

Compétences

Spectroscopie gamma, reactions nucléaires, excitation coulombienne

Logiciels

root

Nuclear shapes studied by Coulomb excitation

Summary

The internship will offer an introduction to the experimental technique of Coulomb excitation, used to study shapes of atomic nuclei. The student will be able to analyse data from experiments using this method, as well as contribute to simulations of our future Coulomb excitation study of 100Zr.

Full description

The shape is one of the fundamental properties of a nucleus. It is governed by a subtle interplay of macroscopic nuclear cohesion and microscopic effects like the shell structure. Coulomb excitation is the most direct method to study nuclear collectivity and shapes. In the scattering of two nuclei, the electromagnetic field that acts between them causes their excitation. The process selectively populates low-lying collective states and is therefore ideally suited to study nuclear collectivity. If the distance of closest approach between the projectile and the target is sufficiently large, the short-range nuclear interaction can be neglected and the excitation process can be precisely described using the well-known electromagnetic interaction. In consequence, the measured cross sections to populate excited states in a Coulomb excitation experiment can be directly related to the static and dynamic moments of the charge distribution of the studied nucleus.

In 2020 we are going to perform a Coulomb excitation experiment at ANL Argonne, USA, to study various shapes that the 100Zr nucleus is predicted to assume. Theoretical calculations predict that this nucleus drastically changes its shape at low excitation energy, going from an elongated (prolate) shape to flattened)oblate). Our experiment will yield static quadrupole moments of excited states in 100Zr, which are directly related to their shapes

The internship will offer an introduction to the experimental technique of Coulomb excitation, used to study shapes of atomic nuclei. The student will be able to analyse data from our experiments using this method, as well as contribute to the simulations of our future Coulomb excitation study of 100Zr.
Depending on the planning of accelerator facilities, the students may also participate in other experiments performed by the group.

The duration of the internship can be adapted to the requirements of the candidate. The internship can be followed by a PhD thesis focused on the evolution of collectivity in Zr nuclei studied via Coulomb excitation and beta decay.

Keywords

Skills

Gamma-ray spectroscopy, nuclear reactions, Coulomb excitation

Softwares

root