

Nuclear observables for nucleosynthesis processes

DIRECTEUR DE STAGE : KAMILA SIEJA

IPHC 23 RUE DU LOESS, 67037 STRASBOURG

TEL : 03 88 10 61 67 ; E-MAIL : KAMILA.SIEJA@IPHC.CNRS.FR

Résumé du travail demandé :

Les éléments plus lourds que le fer sont créés par un processus de nucléosynthèse, dit capture rapide neutronique (*r-process*), qui a lieu lors des explosions de supernovae ou lors des collisions des étoiles à neutron (comme récemment observé par LIGO and Virgo). De nos jours, c'est le moins connu de tous les processus de nucléosynthèse et les chercheurs n'arrivent toujours pas à modéliser correctement les abondances des éléments observés dans l'Univers.

La connaissance du taux de capture neutronique est nécessaire pour environ 5000 noyaux afin de pouvoir modéliser et comprendre ce processus astrophysique. Les mesures de taux de réaction de ce type sont possibles seulement dans les noyaux stables et ceux avec des durées de vie longues. Pour cela, les modèles astrophysiques et les applications se fient à des prédictions théoriques, souvent basées sur des modèles assez simples des densités de niveaux nucléaires et de la force radiative gamma, qui sont les composants principaux des calculs de taux de réaction de capture neutronique. Récemment, grâce aux calculs théoriques de type modèle en couches à grande échelle, nous avons pu examiner la force radiative gamma à basse énergie dans quelques noyaux de masse $A=43-45$ et $A=126-130$ [1, 2]. Ceci a démontré une tendance différente de celle prévue par certains modèles analytiques et les approches QRPA [3]. Les études plus systématiques dans d'autres régions de masse, menés actuellement, ont pour but de contraindre au mieux la force radiative à basse énergie et d'évaluer l'impact des effets trouvés dans les calculs théoriques sur le taux de capture neutronique d'intérêt d'astrophysique [4].

L'objectif de ce stage est de se familiariser avec les approches théoriques employées pour décrire les observables d'intérêt d'astrophysique, de créer les outils informatiques (codes en python, fortran ou autre langage de programmation) nécessaires pour extraire la force radiative à partir des calculs théoriques de type modèle en couches et d'effectuer des calculs de ce type pour la spectroscopie et décroissance des noyaux d'intérêt actuel. Le stage sera suivi par une proposition de thèse pour l'année 2020.

Ce travail fait partie du projet de recherche In2p3 "Gamma Strength" en collaboration avec le groupe de structure nucléaire du CEA/ DAM Bruyères-le-Châtel, Université Libre de Bruxelles, Université de Oslo et iThemba LABS.

[1] K. Sieja, Phys. Rev. Lett. 119, 052502, 2017.

[2] K. Sieja, Phys. Rev. C98, 064312, 2018.

[3] RIPL – Reference Input Parameter Library for Calculation of Nuclear Reactions and Nuclear Data Evaluations, [Nuclear Data Sheets 110 \(2009\) 3107–3214](https://www-nds.iaea.org/RIPL3/), <https://www-nds.iaea.org/RIPL3/>

[4] S. Goriely, S. Hilaire, S. Peru and K. Sieja, Phys. Rev. C98 (2018) 014327