

Léonard IMBERT

"Etude du bruit de fond des expériences CUPID-Mo, CUPID et CROSS de double désintégration bêta sans émission de neutrino"

Résumé:

La double désintégration bêta avec émission de neutrino ($2\nu\beta\beta$) est un processus extrêmement rare observé pour quelques isotopes. À l'inverse la double désintégration bêta sans émission de neutrino ($0\nu\beta\beta$) n'a jamais été observée et sortirait du cadre du modèle standard. Une telle observation impliquerait que le neutrino est une particule de Majorana et violerait la conservation du nombre leptonique. Les bolomètres scintillants sont des calorimètres à basse température, ils permettent la recherche de la désintégration $0\nu\beta\beta$ grâce notamment à une excellente résolution énergétique et une grande efficacité de détection. Ceux-ci convertissent majoritairement l'énergie déposée par les particules en chaleur, qui est elle-même convertie en signal électrique. L'autre fraction de l'énergie est alors émise sous forme de scintillation. Une fois détectée, elle permet la discrimination entre particules β/γ et particules α . L'expérience CUPID-Mo a étudié 20 cristaux scintillants de Li_2MoO_4 pour l'étude de la double désintégration bêta du ^{100}Mo , et a pu fixer la meilleure limite sur la demi-vie de la $0\nu\beta\beta$ de ce noyau. Dans cette thèse, nous présentons le modèle de bruit de fond de CUPID-Mo construit à partir de simulations GEANT4. Nous avons alors pu déterminer l'indice de bruit de fond dans la région d'intérêt, $B = 3.7^{+0.9}_{-0.8}$ (stat) $+1.5_{-0.7}$ (syst) $\times 10^{-3}$ coups/ ΔE_{FWHM} /mol_{iso}/an, qui est le plus bas bruit de fond obtenu pour une expérience bolométrique de $0\nu\beta\beta$. Les excellents résultats de CUPID-Mo ont mené au choix de ces cristaux scintillants de Li_2MoO_4 pour la future expérience CUPID. Dans cette thèse, nous présentons également le bruit de fond projeté de CUPID, en partie obtenu à partir du modèle de bruit de fond de CUPID-Mo. Nous présentons également deux études sur les formes spectrales de la désintégration $2\nu\beta\beta$ du ^{100}Mo dans CUPID-Mo, et de la désintégration β du ^{113}Cd dans le cadre du projet CROSS. L'étude de ces désintégrations est notamment nécessaire pour contraindre les modèles théoriques cherchant à décrire la désintégration $0\nu\beta\beta$. Les mesures de la demi-vie et de la forme spectrale permettent notamment d'ajuster certains paramètres théoriques, comme la constante de couplage axial-vecteur effective. En ce qui concerne la $2\nu\beta\beta$, nous avons pu être sensibles pour la première fois à certains paramètres de forme. Cette étude a été rendue possible grâce au modèle de bruit de fond de CUPID-Mo, nous avons alors pu obtenir la mesure la plus précise de la demi-vie de la désintégration $2\nu\beta\beta$ du ^{100}Mo , soit $T_{1/2} = (7.07 \pm 0.02 \text{ (stat.)} \pm 0.11 \text{ (syst.)}) \times 10^{18}$ an. Concernant la désintégration β du ^{113}Cd , nos données sont compatibles avec une petite renormalisation de la constante de couplage axial vecteur dans le cadre des trois modèles nucléaires considérés.