

Etude et sélection de cristaux scintillants pour la recherche de la double désintégration bêta sans neutrino avec des bolomètres scintillants

L'observation de la désintégration double bêta sans émission de neutrino ($0\nu 2\beta$) fournirait des informations essentielles sur la nature du neutrino et son échelle de masse absolue. Ce processus consiste en la transformation simultanée de deux protons en deux neutrons avec l'émission de deux électrons et aucun neutrino. Cette transition n'est possible que si les neutrinos sont égaux aux antineutrinos (nature Majorana du neutrino). Les recherches pour une désintégration à ce point rare représentent un défi technique complexe, car les expériences de prochaine génération visent des sensibilités de l'ordre de 10^{27} - 10^{28} ans afin d'avoir un potentiel de découverte élevé. Cette thèse est focalisée sur les projets LUMINEU et CUPID-Mo, développant la technique des bolomètres scintillants pour la recherche de désintégration $0\nu 2\beta$ avec le radio-isotope ^{100}Mo . Les bolomètres sont des détecteurs cryogéniques mesurant l'énergie des particules déposées via un changement de température dans l'absorbeur. Si des cristaux scintillants sont utilisés comme absorbeurs, les signaux lumineux peuvent être enregistrés avec un bolomètre auxiliaire, sensible à l'énergie totale déposée par les photons de scintillation. Une telle configuration permet de séparer les particules α des γ/β , en rejetant le fond le plus difficile. La technologie des bolomètres scintillants est décrite en détail comme une option pour une future expérience cryogénique à l'échelle d'une tonne, appelée CUPID, qui peut couvrir complètement la région de masses de neutrinos dans la hiérarchie inversée.

Study and selection of scintillating crystals for the bolometric search for neutrinoless double beta decay

Neutrinoless double beta ($0\nu 2\beta$) decay is a process of great interest for neutrino physics: its observation would provide essential information on neutrino nature and its absolute mass scale. This process consists of the simultaneous transformation of two protons into two neutrons with the emission of two electrons and no neutrino, implying the violation of the total lepton number. Such transition is possible only if neutrinos are equal to antineutrinos (Majorana particles). The searches for such a rare decay are becoming a complicated technical challenge, as next generation of $0\nu 2\beta$ experiments aim at sensitivities of the order of half-life at 10^{27} - 10^{28} yr. This thesis is focused on LUMINEU and CUPID-Mo projects, developing the scintillating bolometers technique for $0\nu 2\beta$ decay search with ^{100}Mo with Li_2MoO_4 crystals. Bolometers are cryogenic detectors measuring the deposited particle energy as a change of temperature in the absorber. The use of scintillating crystals allows to perform discrimination of α particles from γ/β ones due to different light output of these two particle types, rejecting the most challenging background. The scintillating bolometers technology is described in details as an option for a future ton-scale cryogenic experiment, named CUPID, which can completely cover the inverted hierarchy region of neutrino masses.