

Contribution à la réalisation de haloscopes pour l'Astrophysique et la cosmologie

Cadre général : Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet GrAHal dont un objectif est de déterminer si la Matière Noire est majoritairement constituée par les Axions. Ces particules pseudoscalaires sont issues d'une symétrie chirale qui avait été proposée pour expliquer pourquoi on ne détecte pas de moment dipolaire du neutron. On peut rechercher les éventuels Axions du Halo de Matière Noire de notre Galaxie dans lequel nous baignons par leurs conversions en photons radiofréquence sous champ magnétique intense. Pour amplifier le signal de conversion on utilise une cavité résonante micro-onde maintenue à basse température dans le champ, définissant ainsi un haloscope. Un autre objectif de GrAHal est d'étudier les perspectives novatrices qu'offrent les haloscopes pour la détection des ondes gravitationnelles à haute fréquence par effet Gertsenhstein inverse graviton \rightarrow photon, qui ouvriraient des fenêtres d'observation sur la cosmologie primordiale de l'univers.

Sujet exact, moyens disponibles : Un premier haloscope vient d'être construit à l'Institut Néel. Il comporte une cavité cylindrique en cuivre, refroidie à 4 K et soumise à un champ magnétique de 14 T dans une installation à bobines supraconductrices, des amplificateurs à très bas bruit et un analyseur de spectre. Il a opéré dans le mode fondamental TM_{010} de fréquence 6.375 GHz de la cavité en cuivre. Un léger balayage de cette fréquence a été réalisé en modifiant la pression d'hélium dans la cavité. Un premier objectif du stage sera de prendre contact avec ce prototype, de participer à la conception et au test d'un mécanisme de tuning de la cavité permettant d'élargir le balayage en fréquence, de collecter des données et des analyser. Un second objectif du stage sera de participer à la phase de construction d'un haloscope de seconde génération fonctionnant à très basse température autour de 50 mK et utilisant une technique d'amplification quantique des signaux pour une meilleure sensibilité.

Interactions et collaborations éventuelles : Le stage se déroulera dans le cadre de la collaboration GrAHal réunissant des chercheurs de l'Institut Néel, du LNCMI et du LPSC combinant toutes les compétences techniques, expérimentales, numériques et théoriques nécessaires pour atteindre les objectifs fixés.

Ce stage pourra se poursuivre par une thèse basée sur l'haloscope de seconde génération en cours de construction.

Formation / Compétences : M2 Physique / Une connaissance des techniques cryogéniques et/ou des montages micro-ondes ou encore des logiciels de simulation par éléments finis (type COMSOL Multiphysics) serait appréciée mais pas nécessaire.

Période envisagée pour le début du stage : février-mars 2023

Contact : Thierry Grenet
Institut Néel - CNRS
tél : 04 76 88 74 61
mel : thierry.grenet@neel.cnrs.fr

Plus d'informations sur : <https://grahal.neel.cnrs.fr/> et <http://neel.cnrs.fr>