
Appel à sujets pour les allocations doctorales QuanTEdu 2023

Équipe : Optique et interférométrie atomiques (OIA),

Laboratoire : Laboratoire de Physique des Lasers (LPL), Villetaneuse, France

Site Internet : www-lpl.univ-paris13.fr/UK/EQUIPE-OIA-PAGE-01.awp

Encadrant : Quentin Bouton (quentin.bouton@univ-paris13.fr) & Gabriel Dutier (gabriel.dutier@univ-paris13.fr)

Le sujet de thèse que propose notre équipe « Optique et interférométrie atomique » du laboratoire de Physique des Lasers est centré sur l'étude expérimentale de l'interaction de Casimir-Polder (C.P) entre un atome et une surface.

L'interaction de C.P provient des fluctuations quantiques du vide qui émergent à l'échelle microscopique. Ces fluctuations donnent lieu à l'apparition spontanée de photons virtuels. L'existence de ces photons virtuels crée le dipôle instantané de l'atome (on parle alors de fluctuations du moment de l'atome) qui interagit avec son image électrique en présence d'une surface. Cette interaction atome-surface est appelée l'interaction de C.P et est l'interaction dominante à l'échelle nanométrique. Elle joue un rôle important dans de nombreux domaines et interfaces de la physique tels que la physique atomique, la biophysique ou la physico-chimie. La compréhension de cette interaction est primordiale pour explorer de nouvelles physiques impliquant un atome et un matériau.

Dans ce contexte, notre équipe a construit un jet lent d'atomes et étudie la diffraction atomique de ces atomes à travers un nanoréseau (réseau aux dimensions nanométriques avec par exemple des fentes de largeur 100 nm, une période 200 nm et une épaisseur 100 nm). Les atomes du jet passent à travers les fentes du nanoréseau et interagissent avec les barreaux via le potentiel de C.P pour des distances atome-surface comprises entre 10-50 nm. Le déphasage du paquet d'onde atomique induit par l'interaction de C.P modifie profondément la figure de diffraction mesurée, rendant nos mesures très sensibles aux forces de C.P.

Le premier objectif de la thèse est d'augmenter la précision de notre mesure pour atteindre un accord avec la théorie de 1% (l'accord actuel est de 10%). Pour cela, plusieurs études expérimentales sont nécessaires : caractérisation de la source atomique, installation d'un piège dipolaire (pour réduire la vitesse du paquet d'onde) ou encore analyse de la figure de diffraction avec des réseaux de neurones. De plus, l'équipe collabore activement avec une équipe théorique en Allemagne (université de Leibniz, Hanovre) pour développer un modèle réaliste de la dynamique de l'onde de matière à travers le nanoréseau. Le deuxième objectif de la thèse est l'utilisation d'un champ laser pour contrôler l'interaction de C.P à l'intérieur du nanoréseau (couplage avec un état quantique excité, superposition d'états et habillage de l'atome).