

Sujet de Thèse

proposé par le Groupe « Nanopinces » du LCAR (Université de Toulouse/CNRS UMR 5589)

Etudes autour d'une nanoparticule piégée par une pince optique : Manipulation et refroidissement de ses mouvements par forces optiques et électriques

Directeur de stage: Matthias Büchner

Contacts : matthias.buchner@irsamc.ups-tlse.fr ☎ : 05 61 55 76 74

Le prix Nobel de physique de l'année 2018 a été attribué à Arthur Ashkin pour ces travaux sur le piégeage des particules, des bactéries, des virus et des cellules par des lasers très focalisés [1] : on parle des pinces optiques.

L'expérience proposée pour ce stage utilise ce type de pince pour piéger des nanoparticules ayant une taille entre 10^6 et 10^9 a.m.u. Ces nanoparticules forment un pont entre le monde macroscopique, gouverné par la mécanique classique et le monde microscopique où règne la mécanique quantique. La question de la décohérence de ces objets, induite par la gravitation, est un sujet très discuté dans la littérature [2]. Ces nanoparticules sont également des sondes très performantes pour tester des forces externes ultra-faibles.

Notre objectif est de piéger une nanobille de verre dans une pince optique à 1550 nm et de manipuler ces mouvements de centre de masse par forces optiques et électriques grâce à la polarisabilité de ces objets. Ces nanobilles en verre se prêtent particulièrement à ces manipulations car le couplage entre ces mouvements et ces degrés de liberté interne (chauffage !) est extrêmement faible. En particulier, les mouvements de centre de masse peuvent être refroidis jusqu'à quelques mKelvin [3] et grâce à cette très faible température on peut sonder des forces de quelques zeptoNewton (10^{-21} N !).

Le/la candidat(e) va travailler principalement sur le montage de l'expérience, la réalisation des pinces optiques capables de piéger des nanobilles de verre de diamètre entre 1 μ m et de 150 nm. Il (Elle) participera au développement du système optique de refroidissement et la détection des mouvements des billes et au système électrique de manipulation/refroidissement des mouvements de centre de masse. Ce dernier sera un outil très original qui fournira un outil supplémentaire de manipulation. Cette expérience pourrait être enrichie assez facilement : on pourrait piéger d'autre espèce de nanoparticules, et/ou piéger plusieurs particules simultanément ... les possibilités sont nombreuses.

Littérature :

[1] https://www.lemonde.fr/prix-nobel/article/2018/10/02/nobel-de-physique-trois-scientifiques-dont-un-francais-recompense-pour-leurs-travaux-sur-les-lasers_5363327_1772031.html

[2] On Gravity's role in Quantum State Reduction *R. Penrose*, Gen. Rev. Grav. **28**, 581 (1996)

[3] Subkelvin Parametric Feedback Cooling of a Laser-Trapped Nanoparticle
J. Gieseler, B. Deutsch, R. Quidant, L. Novotny, Phys. Rev. Let. **109**, 103603 (2012)