

Soutenance de thèse

Micheal Petersen (LNE-SYRTE)

à l'amphithéâtre de l'IAP, 98bis, bd Arago
vendredi 6 février, 14h

"Refroidissement par laser de l'atome neutre de mercure et spectroscopie de la transition optique d'horloge 1S0-3P0"

Résumé

La thèse détaille les premiers résultats expérimentaux du projet d'horloge à réseau optique de mercure neutre commencé au laboratoire SYRTE de l'Observatoire de Paris. Partant d'un laboratoire vide, le piégeage magnéto-optique du mercure a été obtenu, une source laser ultra stable pour la transition horloge a été réalisée et, pour la première fois au monde, la spectroscopie laser de la transition horloge a été faite, ce qui a permis d'améliorer de plus de 4 ordres de grandeur, la connaissance de la fréquence de cette transition.

Une des premières étapes cruciales a été de réaliser la source laser de refroidissement de plusieurs centaines de milliwatts puissance continue, stabilisée en fréquence à la longueur d'onde de 253.7 nm correspondant à la transition 1S0-3P1, loin dans le domaine ultraviolet. Avec cette source laser de refroidissement, un piège magnéto-optique de mercure neutre basé sur une présélection par un piège magnéto-optique à deux dimensions a été obtenu, pour plusieurs isotopes intéressants. A partir des atomes piégés dans le piège magnéto-optique, nous avons réalisé, pour la première fois au monde, la spectroscopie de laser de la transition de l'horloge 1S0-3P0 à 265.5 nm des isotopes fermioniques du mercure. La spectroscopie de la transition horloge que l'on vient de décrire a été réalisée avec une source laser ultra stable à 265.5 nm. Par comparaison avec un second système laser ultra stable similaire à 1062.5 nm, nous avons obtenu une stabilité de $8 \cdot 10^{-16}$ à une seconde.

Les résultats obtenus au cours de cette thèse démontrent la faisabilité d'une horloge à réseau optique de haute performance utilisant le mercure neutre.

"Laser-cooling of Neutral Mercury and Laser-spectroscopy of the 1S0-3P0 optical clock transition"

Abstract

This thesis has detailed the first experimental results of the first 3 years of the neutral mercury lattice clock project at SYRTE in Paris. Starting from an empty laboratory, one of the world's first magneto-optical traps with neutral mercury was achieved and the first Doppler-free spectroscopy of the mercury clock transition was performed.

One of the first achievements was to obtain several hundred mW of laser power at the cooling wavelength at 253.7 nm far into the UV. With this cooling light a neutral mercury magneto-optical trap using a 2D-MOT pre-selection scheme has been obtained. By probing the clock transition recoil doublet of the cooled atoms in free fall, it was possible to determine the atomic clock frequency of the mercury fermions with an uncertainty of less than 6 kHz. The clock probe beam at 265.6 nm was obtained by having a laser at 1062.5 nm locked to an ultra-stable cavity. The cavity has shown a relative instability of no more than $8 \cdot 10^{-16}$ at one second when comparing with a similar cavity.

The project has so far overcome a number of expected challenges using mercury in an optical lattice clock.