

Impact de la cohérence des lasers impliqués dans un CPT à trois photons

Impact of the coherence of the lasers involved in a three-photon CPT

Porteur(s) : C. Champenois (PIIM)

Partenaire(s) : R. Boudot (FEMTO-ST)

Résumé du projet en Français :

Nous explorons les potentialités, pour des mesures de précision, d'une raie noire obtenue par piégeage cohérent de population à trois photons sur un nuage d'ions Ca^+ , refroidis par laser dans un piège radiofréquence. Cette raie est référencée sur une transition dipolaire magnétique dans le domaine des THz (1.82 THz), sans qu'il soit besoin d'une source THz pour la sonder. Les cohérences créées entre les états atomiques par l'habillage de trois lasers sont au cœur du processus d'interrogation laser. Dans notre expérience ces 3 lasers couvrent une gamme spectrale de 65 THz, inaccessible aux techniques usuelles de modulation, mises à profit dans les horloges CPT micro-onde. La solution choisie est leur asservissement simultané sur un même peigne de fréquence, stabilisé en fréquence grâce à un laser ultra-stable, et bientôt discipliné par comparaison au signal Refimeve+.

Après une première mise en évidence des principales sources d'élargissement et de déplacement de cette raie, et la réduction des effets induits par l'environnement et le choix des conditions d'excitation laser, ce projet vise à quantifier l'impact de la cohérence des trois lasers impliqués sur ces caractéristiques. Différents protocoles d'asservissement et de choix de référence permettront de distinguer dans quelle mesure la dégradation de la cohérence entre les lasers limite les performances de cette technique spectroscopique. À contrario, les caractéristiques de la raie noire pourraient être utilisées comme diagnostic de la qualité de la cohérence acquise par les trois sources.

Abstract in English:

We are exploring the potential for precision measurements of a dark line obtained by a three-photon coherent population trapping in a Ca^+ ion cloud, laser-cooled in a radio-frequency trap. This line is referenced to a magnetic dipole transition in the THz range (1.82 THz), without the need for a THz source to probe it. The coherences created between the atomic states by the dressing of three lasers are at the heart of the laser interrogation process. In our experience, these 3 lasers cover a spectral range of 65 THz, inaccessible to the usual modulation techniques used in microwave CPT clocks. The chosen solution is their simultaneous servoing on the same optical frequency comb, frequency stabilized thanks to an ultra-stable laser, and soon disciplined by comparison with the Refimeve+ signal.

After a first demonstration of the main sources of broadening and shift of this line, and the reduction of the effects induced by the environment and the choice of the laser excitation conditions, this project aims to quantify the impact of the coherence of the three lasers involved on these characteristics. Different servoing and reference choice protocols will make it possible to distinguish the extent to which the degradation of coherence between the lasers limits the performance of this spectroscopic technique. Conversely, the black line characteristics could be used as a diagnostic of the quality of the coherence acquired by the three sources.