

Thèses de DOCTORAT de sciences soutenues en 2006

Ph.D thesis presented in 2006

Dans le cadre des programmes d'études en métrologie coordonnés par le Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE), des travaux de thèses, en vue de l'obtention d'un Doctorat de sciences, sont effectués dans les laboratoires nationaux de métrologie ou les laboratoires associés au LNE. Les thèses soutenues en 2006 sont présentées ici par laboratoire mentionnant, pour chaque thèse, l'auteur, le titre, l'établissement et la spécialité de rattachement, la date de soutenance et le résumé.

LNE-SYRTE

Patrick CHEINET – Conception et réalisation d'un gravimètre à atomes froids. – Université Paris VI – *Laser et matière* – 24 mars 2006.

Le mémoire de thèse présente la réalisation d'un interféromètre à ondes de matière mesurant l'accélération de la pesanteur. Les paquets d'ondes d'atomes de ^{87}Rb sont manipulés à l'aide de deux lasers induisant des transitions Raman stimulées. Ces transitions servent à créer un interféromètre atomique dont le déphasage dépend de l'accélération des atomes dans le référentiel du laboratoire. Lorsque les lasers Raman sont appliqués verticalement, l'interféromètre est sensible à l'accélération de la pesanteur g . Dans le contexte de l'expérience de la balance du watt, réalisée au LNE, la connaissance de la valeur de l'attraction terrestre est requise avec une incertitude de $\delta g/g = 10^{-9}$. L'objectif du gravimètre est d'obtenir une sensibilité de $10^{-9}g$ en moins d'une minute d'intégration et une exactitude meilleure que $10^{-9}g$. Un effort particulier a été apporté pour concevoir un dispositif expérimental compact, afin de faciliter son transport. Il pourra ainsi être déplacé à proximité de la balance ou sur divers sites de mesure pour effectuer des comparaisons avec d'autres gravimètres. Une sensibilité de $7 \cdot 10^{-8} g \cdot \text{Hz}^{-1/2}$ a été obtenue ; ce qui permet d'atteindre une incertitude statistique de $3 \cdot 10^{-9}g$ après 1 000 s d'intégration. Une première analyse des sources de bruits expérimentaux nous a permis d'identifier les améliorations à apporter au dispositif et en particulier celles concernant les vibrations qui limitent actuellement la sensibilité court terme.

Anders BRUSCH – Horloge à réseau optique à atomes de strontium et étude des effets d'hyperpolarisabilité dus aux pièges laser. – Université Paris VI – *Physique quantique* – 25 avril 2006.

Ce mémoire rapporte la réalisation d'une horloge à réseau optique à atomes de ^{87}Sr ainsi que la première étude à un niveau métrologique des déplacements lumineux du premier et second ordre de la transition $^1\text{S}_0 - ^3\text{P}_0$ du ^{87}Sr dans un réseau optique. Les points clés de l'expérience sont la mise en œuvre d'une nouvelle méthode de chargement des atomes dans le piège dipolaire et du refroidissement laser sur la transition $^1\text{S}_0 - ^3\text{P}_1$ qui permet de refroidir les atomes jusqu'à l'état vibrationnel de plus basse énergie du système. Le piège dipolaire est formé par une onde stationnaire 1D de très haute intensité pic ($> 400 \text{ kW/cm}^2$) et très stable qui a permis l'étude du déplacement lumineux sur une large gamme de puissance laser et de longueurs d'onde.

Dans cette expérience, la largeur des résonances optiques atteint 250 Hz, ce qui correspond à un facteur de surtension atomique de $2 \cdot 10^{12}$. Nous avons effectué la mesure la plus précise (avec une incertitude de 10^{-3} nm) jusqu'ici de la longueur magique de la transition $^1\text{S}_0 - ^3\text{P}_0$, longueur d'onde correspondant à l'annulation du déplacement lumineux du premier ordre. Des mesures de haute précision du déplacement de fréquence du deuxième ordre ont également été effectuées pour des longueurs d'onde du piège proche de la longueur d'onde magique, en particulier pour des longueurs correspondant à des résonances à deux photons de l'atome. Ces mesures montrent que l'effet du deuxième ordre à la longueur d'onde magique peut être contrôlé à un niveau inférieur à 10^{-18} de la fréquence d'horloge, démontrant ainsi la faisabilité d'une horloge à réseau optique à atomes de ^{87}Sr de haute exactitude.