

Proposition de stage M2 et proposition de thèse (10/2011)

Sujets

Interférométrie atomique originale.

Résumé

Le groupe IOA s'intéresse depuis de nombreuses années à l'interférométrie atomique dans le cadre de phénomènes physiques originaux. L'un d'entre eux est basé sur la propriété de l'interaction de van der Waals entre un atome et une surface qui autorise, à très courtes distances (quelques nm), des transitions entre niveaux internes de l'atome. Par exemple, des transitions entre sous-niveaux Zeeman du niveau 3P_2 de l'Argon métastable (Ar^*) au voisinage d'une surface (métallique ou diélectrique) sont permises en présence d'un champ magnétique [1]. La métastabilité des atomes leur permet d'être dans un niveau excité et ainsi d'être plus sensible à l'interaction de surface qui est gouvernée par l'intensité du moment dipolaire fluctuant de l'atome. Le changement de niveau interne, induit adiabatiquement par la surface, dévie alors les atomes de leur direction incidente (conservation de l'énergie totale) : une séparatrice à atome ajustable angulairement est ainsi réalisée par une simple variation de l'intensité du champ magnétique. Des angles extrêmes de quelques dizaines de degrés sont ainsi atteints ouvrant la voie à des interféromètres à effets Sagnac, des gyroscopes, ultra précis et très compacts.

Les couplages mis en jeu ici sont étroitement liés à la longueur d'onde de de Broglie de l'atome. En effet lorsque celui-ci se déplace plus lentement aux environs de la surface, les interactions ont davantage de temps pour se produire. Autrement dit, il s'agit de phénomènes quantiques et la vision corpusculaire n'est plus pertinente. Lorsque l'atome « se délocalise » en ralentissant, il explore davantage son environnement et augmente ainsi ses interactions.

Le groupe IOA dispose d'un jet supersonique d'atomes métastables d'argon (Ar^*) suivi d'un ralentisseur Zeeman. Les atomes du jet sont ainsi ralentis de 560m/s à 50m/s. La construction d'un piège magnéto optique à la suite va débuter en Novembre 2011. L'objectif du stage sera l'étude expérimentale de ce piège auquel nous adjoindrons un faisceau laser « pousseur » afin de créer un jet atomique à très basses vitesses unique au monde pour cette espèce dans son état métastable. Une fois ce montage réalisé plusieurs voies seront prises. La première consistera à placer sur ce jet très lent un « nano-réseau » afin d'observer directement la figure d'interférence atomique ainsi que les transitions entre sous-niveaux Zeeman induites par la surface. Ce résultat nous apportera beaucoup d'informations sur ce phénomène encore mal connu.

La deuxième voie prendrait naturellement place au commencement d'une thèse puisqu'elle consisterait en la mise en évidence expérimentale d'une proposition théorique de notre équipe [2]. Il s'agit de réaliser la contrepartie atomique des milieux d'indice négatif pour l'optique. Pour cela, il s'agit d'appliquer une impulsion de potentiel dit « co-mobile » à des paquets d'onde de matière afin d'inverser transitoirement la vitesse de groupe pendant que la vitesse de phase reste inchangée.

Références

[1] J. Grucker, J. Baudon, F. Perales, G. Dutier, V. Bocvarski, J.C. Karam, G. Vassilev and M. Ducloy, Eur. Phys. J. D **47**, 427 (2008)
"Schlieren imaging of nano-scale atom-surface inelastic transitions using a Fresnel biprism atom interferometer"

[2] J. Baudon *et al*, Phys. Rev. Lett. **102**, 140403 (2009) "Negative-index media for matter-wave optics"

Type de recherche : Physique expérimentale

Domaines : Optique, lasers, physique quantique

Ecole Doctorale de rattachement : Ecole Doctorale de l'Institut Galilée – Paris 13

Contact : Gabriel Dutier +33 (0)1 49 40 33 69, gabriel.dutier@univ-paris13.fr; Francisco Perales, +33 (0)1 49 40 33 99, francisco.perales@univ-paris13.fr; Jacques Baudon +33 (0)1 49 40 34 02, jacques.baudon@univ-paris13.fr