

Bifurcation dans la configuration électronique d'un atome soumis à un champ laser de forte intensité polarisé elliptiquement

J. Dubois¹, S. Berman^{1,2}, C. Chandre¹ & T. Uzer²

¹ Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, I2M, Marseille, France

² School of Physics, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia 30332-0430, USA

jonathan.dubois@univ-amu.fr

Un atome soumis à une impulsion laser ultra-courte peut être ionisé si le champ laser est assez fort. La mesure des moments de ces électrons ionisés permet de récupérer de l'information sur la dynamique électronique, ou encore sur la structure de l'atome.

Expérimentalement [1], la localisation du maximum de la distribution des moments des électrons ionisés en fonction de l'ellipticité présente une bifurcation, à une ellipticité critique ξ_c . Dans la plupart des théories, l'interaction coulombienne est négligée, supposément dominée par le champ laser de forte intensité. Néanmoins, ces théories ne mènent à aucune bifurcation. Notre modèle, déterminé à partir d'une méthode de moyennisation obtenue par transformées de Lie, montre que l'électron ionisé est conduit par un centre-guide jusqu'au détecteur. La localisation du maximum de la distribution des moments des électrons ionisés présente la même bifurcation que celle observée expérimentalement [1]. D'un point de vue théorique, cette bifurcation est la signature de l'effet de l'interaction coulombienne entre le noyau et l'électron ionisé.

L'analyse du modèle permet d'étudier les mécanismes responsables de cette bifurcation à l'échelle électronique : Le mécanisme dominant à faible ellipticité est la recollision, définie par trois étapes : (i) l'électron dépasse la barrière de potentiel de l'atome, évincée par le champ électrique, (ii) se meut librement dans le champ électrique, puis retourne sur l'atome, (iii) est diffusé par l'atome, de façon élastique ou inélastique.

Tous les électrons ionisés ne sont pas systématiquement diffusés par le noyau. Un certain pourcentage d'électrons quitte le noyau sans jamais y retourner. Ces électrons sont appelés "électrons directs", et sont dominants à forte ellipticité. Les électrons directs et les électrons diffusés jouent un rôle crucial dans les applications. Pour l'imagerie ou l'holographie [1] par exemple, les électrons directs servent de référence, tandis que les électrons diffusés sondent la matière. La cohérence de ces électrons directs et diffusés permet alors de retracer les propriétés de l'atome ou de la molécule étudiée. Dans notre étude, on montre qu'il est possible de contrôler le taux d'électrons diffusés sur le taux d'électrons directs en variant l'ellipticité, qui est un des paramètres qu'il est simple d'ajuster dans les expériences. L'ellipticité critique ξ_c , est là où le taux d'électrons ionisés est le même que le taux d'électrons diffusés.

Références

1. A. S. LANDSMAN *et al.*, Unified Approach to Probing Coulomb Effects in Tunnel Ionization for Any Ellipticity of Laser Light, *Phys. Rev. Lett.*, **111**, 263001 (2013).
2. Y. HUISMANS *et al.*, Time-Resolved Holography with Photoelectrons, *Science*, **331**, 61 (2011).