

Mécanisme d'ionisation retardée en champ laser intense

F. Mauger¹, A. Kamor^{1,2}, C. Chandre¹, & T. Uzer²

¹ Centre de Physique Théorique, CNRS – Aix-Marseille Université, Campus de Luminy, case 907, 13288 Marseille cedex 09, France

² School of Physics, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332-0430, USA
mauger@cpt.univ-mrs.fr

L'étude des interactions lasers intenses - matière a connu un véritable essor ces dernières années, depuis qu'il a été réalisé que cela donnait accès aux propriétés électroniques de la matière. En particulier, l'étude des mécanismes d'ionisation dans des atomes ou petites molécules s'est révélée particulièrement fructueuse tant sur le plan théorique qu'expérimental. Plus particulièrement, le mécanisme de la recollision, dans lequel un électron initialement ionisé par le laser est ramené dans la région du noyau lorsque le champ laser change de direction, a permis d'expliquer la génération d'harmoniques d'ordres élevés ou la double ionisation corrélée d'électrons.

La mécanique classique permet de saisir les éléments caractéristiques de l'ionisation multiple. Le succès de ce modèle réside dans sa capacité à reproduire le rôle prépondérant de la corrélation entre les électrons nécessaire à ces ionisations. L'analyse de la dynamique de ces modèles, lorsqu'ils sont soumis à des champs polarisés linéairement, nous ont permis d'expliquer le rôle joué par chacun des électrons lors de la double ionisation, en fonction de l'intensité du laser [1,2].

En polarisations linéaire, le mécanisme conventionnel de la recollision conduisant à une double ionisation corrélée implique un laps de temps très court entre le moment où l'électron pré-ionisé retourne dans la région du noyau et l'ionisation du second électron. Cependant, une inspection plus précise des fragments émis lors de ces doubles ionisations ont mis à jour une autre alternative, inattendue, où la seconde ionisation est notablement retardée. Une analyse fine de la dynamique de ces ionisations retardées nous a permis d'identifier le mécanisme qui régule [3] ce phénomène :

- identification de modèles réduits effectifs,
- analyse perturbative des modèles réduits (KAM),
- identification des résonances entre le mouvement libre de l'électron et le laser,
- analyse linéaire et non-linéaire des orbites résonantes,
- étude de l'importance de la dimension dans les modèles.

La présence d'orbites résonantes instables se traduit par la formation d'une région chaotique collante où un électron peut être piégé pour un certain temps avant d'ioniser, faisant des ionisations retardées une signature du chaos dans les interactions lasers intenses - matière. Comme autre signature de ce phénomène, nous prédisons des oscillations dans le ratio d'ionisations retardées par rapport aux doubles ionisations [3].

Références

1. F. Mauger, C. Chandre, and T. Uzer - Strong Field Double Ionization : The Phase Space Perspective - Physical Review Letters - 102, 173002 (2009)
2. F. Mauger, C. Chandre, and T. Uzer - From recollisions to the knee : A road map for double ionization in intense laser fields - Physical Review Letters - 104, 043005 (2010)
3. F. Mauger, A. Kamor, C. Chandre, and T. Uzer - Mechanism of delayed double ionization in a strong laser field - Physical Review Letters - To appear (2012)