

Ionisations multiples d'atomes et de molécules en champ laser intense

Mauger¹, Chandre¹, & Uzer²

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

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

L'une des plus grandes surprises des ces vingt dernières années dans l'étude de l'interaction laser-matière est venue de l'ionisation multiple d'atomes et de molécules par des impulsions laser intenses : la probabilité de double ionisation non séquentielle (corrélée) est de plusieurs ordres de grandeur supérieure à ce que le modèle non corrélé prédit. Cette différence a fait du "coude" observé dans les courbes de probabilité de double ionisation en fonction de l'intensité du champ laser l'une des marques de fabrique de la corrélation entre électrons. Différents scénarios ont été proposés pour expliquer le mécanisme sous-jacent. Le mécanisme de la recollision, dans lequel un électron est d'abord ionisé avant de revenir vers le noyau et collisionne avec l'autre électron bénéficie du meilleur accord avec les données expérimentales.

La mécanique classique permet de saisir les éléments caractéristiques de la double ionisation. Le succès de ce modèle réside dans sa capacité à reproduire le rôle prépondérant de la corrélation entre les électrons nécessaire à la double ionisation.

Considérant des systèmes à deux électrons actifs (par exemple l'atome d'hélium et la molécule de H₂), nous complétons le modèle de la recollision en identifiant les structures, dans l'espace des phases, qui organisent la dynamique et permettent d'expliquer les propriétés statistiques des trajectoires et d'expliquer la forme caractéristique du coude :

- Orbites périodiques qui organisent le mouvement
- Identification d'un électron interne et d'un électron externe
- Hamiltoniens réduits pour les deux électrons
- Indicateurs de Lyapunov en temps fini et sections de Poincaré
- Prédiction du maximum de double ionisation non séquentielle et de la double ionisation complète

En complément de cette étude, nous considérons une analyse statistique des recollisions. Nous confirmons les données recueillies par des modèles réduits qui nous permettent d'identifier les éléments essentiels pour les doubles ionisations. Au final, dans la courbe de double ionisation en fonction de l'intensité du champ laser, nous réussissons à séparer la composante séquentielle (décorrélée) de la composante non séquentielle (corrélée). Plus précisément, nous proposons un modèle réduit pour la dynamique des recollisions sous forme d'une application symplectique analogue à l'application standard.

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 - Strong field double ionization : What is under the "knee" ? - Journal of Physics B - 42, 165602 (2009)
3. F. Mauger, C. Chandre, and T. Uzer - Strong field double ionization of H₂ : Insights from nonlinear dynamics - Chemical Physics - 366, 64 (2009)
4. 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 - To Appear (2010)