

Stage de master de physique / Physics Master Internship

Proposition de stage/ Internship proposal

Date de la proposition : 15 / 11 / 2022

Responsable du stage / internship supervisor:

Nom / name: Quéméner Prénom/ first name : Goulven

Tél : 01 69 35 20 96 Fax :

Courriel / mail: goulven.quemener@universite-paris-saclay.fr

Nom du Laboratoire / laboratory name: Laboratoire Aimé Cotton

Code d'identification : UMR 9025 Organisme : CNRS, Université Paris-Saclay

Site Internet / web site: www.lac.universite-paris-saclay.fr

Adresse / address: Bâtiment 505, Campus d'Orsay, 91405 Orsay

Lieu du stage / internship place: Bâtiment 505, Campus d'Orsay, 91405 Orsay

Titre du stage / internship title: Tuning ultracold molecular state-to-state chemistry with magnetic fields

Résumé / summary

Les molécules ultra-froides peuvent être maintenant utilisées afin de comprendre les réactions chimiques avec un contrôle quantique sans précédent. Ceci a été réalisé récemment avec la réaction chimique $KRb + KRb \rightarrow K_2 + Rb_2$ aux ultra-basses températures. Tous les fragments d'une réaction chimique ultra-froide, des réactants aux produits, en passant par le complexe intermédiaire, peuvent être maintenant observés [1]. La distribution rotationnelle d'états à états des produits de la réaction peut être mesurée et la parité rotationnelle de produits moléculaires sélectionnés (nombres quantiques pairs / impairs) peut être contrôlée par un champ magnétique [3, 4].

Le sujet de stage de Master 2 consistera en un travail théorique et numérique qui étudiera la dépendance entière de la distribution rotationnelle d'états à états des produits sous le contrôle du champ magnétique. Le stage pourra être poursuivi par une thèse dans notre laboratoire. Il est recommandé d'avoir de bonnes connaissances en Mécanique Quantique et en Physique Atomique et Moléculaire, et spécialement en Théorie quantique des collisions (pour une référence, voir [5]). Des aptitudes en programmation sont requises, spécialement en Fortran 90. Des connaissances en C, Matlab, Mathematica peuvent toujours être utiles.

Ultracold molecules can now be used to probe chemical reactions with an unprecedented control at the quantum level. This was done recently with the chemical reaction $KRb + KRb \rightarrow K_2 + Rb_2$ at ultracold temperatures. All the fragments of an ultracold chemical reaction, from reactants to products, including intermediate complexes, can now be observed [1]. The state-to-state rotational distribution of the products can now be measured [2] and the rotational parities of selected molecular products (even vs. odd rotational quantum numbers) can now be controlled with a magnetic field [3, 4].

The Master 2 internship will consist in a theoretical and numerical work that will investigate the dependence of the entire state-to-state rotational distribution of the products under the control of a magnetic field. The Master 2 internship can be pursued in our lab by a PhD thesis. It is recommended to have a good knowledge in Quantum Mechanics and in Atomic and Molecular Physics, especially in the Quantum Theory of Collisions (for a comprehensive lecture, see [5]). Skills in numerical programming are required, especially in Fortran 90. Knowledge in C, Matlab, Mathematica can still be useful.

[1] M.-G. Hu et al., "Direct observation of bimolecular reactions of ultracold KRb molecules", Science 366, 1111 (2019)

[2] Y. Liu et al., "Precision test of statistical dynamics with state-to-state ultracold chemistry", Nature 593, 379 (2021)

[3] M.-G. Hu et al., "Nuclear spin conservation enables state-to-state control of ultracold molecular reactions", Nat. Chem. 13, 435 (2021)

[4] G. Quéméner et al., "Model for nuclear spin product-state distributions of ultracold chemical reactions in magnetic fields", Phys. Rev. A 104, 052817 (2021)

[5] G. Quéméner, <https://arxiv.org/abs/1703.09174>

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Yes

Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: EDOM

