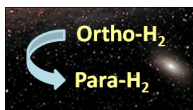




Une détermination quantique du taux de conversion entre les formes *ortho* et *para* de la molécule d'hydrogène

Août 2011

Des physiciens viennent de calculer avec précision le taux de conversion entre les deux états *ortho* et *para* de la molécule d'hydrogène H_2 . Cette conversion joue un rôle central dans de nombreux phénomènes astrophysiques : refroidissement des petits objets proto-galactiques, formation des étoiles, chimie du deutérium, ...



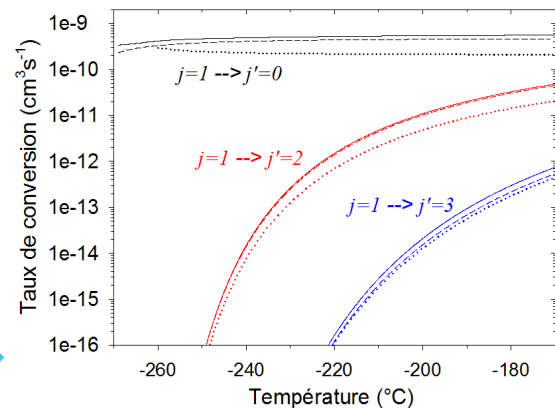
En collaboration avec des collègues espagnols de l'Instituto de Fisica Fundamental, des physiciens et astrophysiciens du Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (CNRS / Univ. de Bourgogne), du Laboratoire d'Ondes et Milieux Complexes (CNRS / Univ. du Havre), de l'Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble (CNRS / Univ. Joseph Fourier) et de l'Observatoire de Paris viennent d'ouvrir une nouvelle piste vers la compréhension quantitative des processus de transformation de l'*ortho*- H_2 en *para*- H_2 dans l'Univers. Ils ont réalisé des calculs exacts de ce

processus qui met en jeu la réaction $H^+ + H_2$ en faisant appel à une méthode de dynamique purement quantique combinée avec un potentiel d'interaction très précis du système H_3^+ . Ces résultats vont servir à améliorer notre compréhension du rôle joué par le rapport *ortho/para* de H_2 dans l'Univers et son évolution.

La molécule d'hydrogène, H_2 , est la molécule la plus abondante dans l'Univers. Elle est au cœur de l'ensemble de la physico-chimie du milieu interstellaire. Cette molécule existe sous deux formes appelées *ortho*- H_2 et *para*- H_2 ; dans l'*ortho*- H_2 les spins des deux protons ont la même orientation, tandis que dans le *para*- H_2 , ils sont orientés tête-bêche. Les physiciens ont analysé avec une approche quantique la réaction entre H_2 et l'ion H^+ (autrement dit un proton seul) qui est le principal mécanisme pour convertir l'*ortho*- H_2 en *para*- H_2 dans la plupart des environnements astrophysiques. Ces calculs quantiques fournissent pour la première fois un taux de conversion rigoureux pour la transition *ortho-para* qui joue un rôle clé en astrophysique dans le refroidissement des objets où règnent de très basses températures comme les nuages denses et froids (environ -260 °C). Ce résultat a aussi une grande importance dans la chimie du deutérium qui dépend de manière importante de l'abondance en *ortho*- H_2 . Il s'agit là notamment d'améliorer notre connaissance sur la formation du système solaire en expliquant pourquoi le contenu en eau deutérée (HDO) des océans terrestres est différent de celui mesuré dans les planètes géantes ou dans les comètes.

Taux de conversion *ortho-para* ($j=1 \rightarrow j'=0$ et $j=1 \rightarrow j'=2$) et *ortho-ortho* $j=1 \rightarrow j'=3$ pour la réaction $H^+ + H_2(v=0, j) \rightarrow H_2(v=0, j') + H^+$.

Comparaison entre les nouveaux résultats, quantiques exacts (trait plein) et statistiques (trait tiret), et les résultats anciens (trait pointillé).



En savoir plus

Ortho-para H_2 conversion by proton exchange at low temperature : an accurate quantum mechanical study, P. Honvault¹, M. Jorfi², T. Gonzalez-Lezana³, A. Faure⁴, L. Paganí⁵, *Phys. Rev. Lett.* 107, 023201 (2011).

Contact chercheur

Pascal Honvault, enseignant - chercheur
Mohamed Jorfi, doctorant
Alexandre Faure, chercheur
Laurent Paganí, chercheur

Informations complémentaires

- ¹Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (LICB), UMR 5209 CNRS - Univ. de Bourgogne
- ²Laboratoire d'Ondes et Milieux Complexes (LOMC), FRE 3102 CNRS - Univ. du Havre
- ³Instituto de Fisica Fundamental, (CSIC), Madrid, Spain
- ⁴Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble (IPAG), UMR 5274 CNRS - Univ. Grenoble 1
- ⁵Laboratoire d'Etudes du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique (LERMA), UMR 8112 CNRS - Obs. de Paris - UPMC - Univ. de Cergy Pontoise - ENS

Contacts INP

Jean-Michel Courty,
Catherine Dematteis,
Karine Penalba,
inp-communication@cnrs-dir.fr