

Spécialité de Master « Optique, Matière, Paris »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)

Proposition de stage

Date de la proposition : 9 novembre 2017

Responsable du stage / internship supervisor:			
Nom / name:	Pain	Prénom/ first name :	Jean-Christophe
Tél : 0169264185		Fax : 0169267094	
Courriel / mail: jean-christophe.pain@cea.fr			
Nom du Laboratoire / Laboratoire de Physique Atomique des Plasmas			
Organisme : CEA (Commissariat à l'Energie Atomique)			
Site Internet / web site: http://www.cea.fr			
Adresse / address: CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon, France			
Lieu du stage / internship place: Commissariat à l'Energie Atomique (Centre DAM-Île-de-France)			

Titre du stage / Calcul de sections efficaces d'excitation collisionnelle pour la modélisation des plasmas hors équilibre thermodynamique local
<p>Les expériences relatives à la fusion par confinement inertiel consistent à focaliser des faisceaux laser très énergétiques dans une petite cavité en or de taille millimétrique. L'énergie laser est convertie en rayonnement X, destiné à favoriser l'implosion d'une capsule contenant le mélange fusible [1]. Afin de simuler correctement ces expériences complexes, il est important de prendre en compte le fait que la paroi d'or interne de la cavité forme un plasma hors équilibre thermodynamique local (HETL), dont il faut calculer les propriétés radiatives (opacité et émissivité). La modélisation des plasmas HETL repose sur la résolution d'équations cinétiques pour déterminer les populations des niveaux atomiques. Le système d'équations requiert des sections efficaces d'excitation, de désexcitation, d'ionisation et de recombinaison. Une manière simple et rapide de calculer les sections efficaces d'excitation collisionnelle est d'utiliser l'approximation PWB (Plane Wave Born), valable à haute énergie d'électron incident mais qui présente le défaut de faire tendre la section vers zéro près du seuil (énergie de la transition induite par la collision), c'est-à-dire pour les petites valeurs du paramètre d'impact. L'objectif du stage est, en s'appuyant sur la modélisation du processus de Bremsstrahlung (rayonnement de freinage) électron-ion, de mener une étude de facteurs correctifs (appelés parfois "facteurs de Gaunt") destinés à modifier la section efficace PWB au voisinage du seuil, afin que cette dernière soit la plus proche possible des calculs plus précis et plus coûteux fondés sur les méthodes Distorted Wave" ou "Close Coupling" [2]. Des corrections ont déjà été proposées par le passé, comme la correction de Cowan-Robb [3] ou le facteur d'Elwert-Sommerfeld [4,5], mais leur efficacité est limitée. Kim a publié une formule donnant des résultats très proches des calculs Close Coupling, mais elle n'est valable que pour des atomes une fois ionisés [6]. L'objectif du stage est de trouver la meilleure formulation possible, c'est-à-dire présentant le meilleur compromis précision / simplicité, qui soit adaptée aux plasmas d'ions multichargés. L'étudiant devra effectuer une étude bibliographique des méthodes de calcul de la section efficace d'excitation collisionnelle, et apprendre à utiliser deux codes de physique atomique permettant de calculer une telle quantité : le code de R.D. Cowan [3], et le code Multi-Configuration Dirac-Fock (MCDF) [7,8]. Il devra ensuite procéder à une étude comparée de différents facteurs de Gaunt existant dans la littérature, en s'appuyant sur le calcul du processus de Bremsstrahlung. Cette étude devrait conduire à une ou plusieurs prescription(s) très utile(s) pour la description de la physique atomique des plasmas chauds hors équilibre thermodynamique local.</p>
[1] J.D. Lindl et al., Phys. Plasmas 11 , 339 (2004).
[2] D.H. Sampson, H.L. Zhang and C.J. Fontes, Phys. Rep. 477 , 111 (2009).
[3] R.D. Cowan, The theory of atomic structure and spectra (University of California Press, 1981).
[4] H.A. Bethe and E.E. Salpeter, Quantum Mechanics of One- and Two-electron Atoms (Springer, 1957).
[5] D.P. Kilcrease and S. Brookes, High Energy Density Phys. 9 , 722 (2013).
[6] Y.K. Kim, Phys. Rev. A 65 , 022705 (2002).
[7] J. Bruneau, J. Phys. B: At. Mol. Phys. 16 , 4135 (1983).
[8] M. Comet, J.-C. Pain, F. Gilleron and R. Piron, High Energy Density Phys. 24 , 1 (2017).

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : OUI		
Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: CEA ou Ecole Doctorale		
Lumière, Matière, Interactions	OUI	Lasers, Optique, Matière
		OUI

Fiche à transmettre (fichier pdf **obligatoirement**) sur le site <http://stages.master-omp.fr>