

Spécialité de Master « Optique, Matière, Paris »

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

Proposition de stage et de thèse

Date de la proposition : 14 novembre 2018

Directeur de thèse / thesis supervisor:	
Nom / name: Drag	Prénom/ first name : Cyril
Tél : 07 5097 5137	Fax :
Courriel / mail: cyril.drag@lpp.polytechnique.fr	
Nom du Laboratoire / laboratory name: laboratoire de Physique des plasmas	
Code d'identification : UMR 7648	Organismes : C.N.R.S., Ec. polytechnique, Obs. de Paris, universités Paris-sud et Pierre-et-Marie-Curie
Site Internet / web site: https://www.lpp.polytechnique.fr/	
Adresse / address: aile 1, École polytechnique, route de Saclay, 91128 Palaiseau cedex	
Lieu du stage / internship place: le même / the same	

Titre du stage / internship title: Recherche de résonances de photodétachement en champ magnétique			
Résumé / summary <p>Le photodétachement des ions négatifs est essentiellement un processus non-résonnant : toute énergie de photon, pourvu qu'elle soit supérieure à une énergie seuil, convient pour provoquer l'arrachement d'un électron. Comme cette énergie seuil, égale par définition à l'affinité électronique de l'espèce considérée, est relativement faible par rapport aux énergies d'ionisation des atomes neutres, l'arrachement d'un électron à un ion négatif n'est pas en général un processus très exigeant. Ainsi, alors que l'hydrogène neutre H n'est susceptible d'être photoionisé (en $H^+ + e^-$) que par des photons d'énergie supérieure à 13,6 eV, l'anion H^- ne requiert, pour libérer son électron supplémentaire, qu'une excitation de 0,754 eV ou un peu plus.</p> <p>La contrepartie d'une sélectivité spectrale réduite est la faiblesse de la section efficace d'absorption de l'éventuel photon excitateur. Le système élémentaire que constitue H^-, comme il est logique, pour le processus de capture non résonnante d'un photon, une section efficace de l'ordre de l'unité a_0^2, où a_0 est le rayon de Bohr (0,53 nm). Au maximum de sa valeur (qui intervient grosso modo pour une énergie de photon double de l'énergie seuil, si l'on exclut d'aller chercher des résonances d'excitation du cœur dans l'UV lointain ...) la section efficace de photodétachement de H^- est de l'ordre de $4 \times 10^{-21} \text{ m}^2$.</p> <p>C'est très peu par rapport aux sections efficaces d'excitation (sans ionisation) des atomes neutres à résonance. Par exemple l'atome de sodium, pour l'excitation à une des longueurs d'onde caractéristiques de sa « raie jaune » : 589,000 ou 589,757 nm, a une section efficace d'absorption cent millions de fois plus élevée que la valeur unité a_0^2. Pour l'excitation sans résonance, en particulier pour le photodétachement, la petitesse relative des sections efficaces, forcément de l'ordre de a_0^2 seulement peut devenir un problème si on veut provoquer à coup sûr (ou presque sûr) la transition.</p> <p>Le problème se pose, en pratique, pour le chauffage des plasmas de fusion confinés magnétiquement (tel celui du réacteur ITER). Le chauffage doit y être produit, pour moitié, par l'injection d'atomes de deutérium rapides obtenus à partir d'ions D^- accélérés. Pour transformer les D^- accélérés en D^0 (neutres) le photodétachement, conduisant très proprement à l'éjection de l'électron excédentaire, serait une méthode idéale. Malheureusement la faiblesse de la section efficace de photodétachement de D^- (à très peu de chose près la même que celle de H^-) impose, comme ordre de grandeur de la puissance lumineuse nécessaire, plusieurs dizaines de MW ...</p> <p>Il existe théoriquement une échappatoire. L'adjonction, autour de l'ion négatif à photodétacher, d'un champ magnétique extérieur change les propriétés du mouvement de l'électron éjecté. Le calcul montre que ce champ magnétique, en restaurant à toutes les énergies multiples de la fréquence cyclotron une certaine périodicité de mouvement, fait apparaître périodiquement des résonances. En se calant sur l'une de ces résonances, dites « résonances de Landau », on doit pouvoir multiplier la section efficace, presque sans limites, et rendre le photodétachement plus facile.</p> <p>Or ces résonances de Landau, qui comportent quelques caractéristiques intéressantes pour la physique atomique fondamentale, n'ont jamais été clairement observées. Leur mise en évidence nécessite à la fois la production d'un champ magnétique assez intense (de l'ordre du tesla) et une longueur d'onde d'excitation suffisamment bien définie. Ces deux conditions pourraient être réunies, pour la première fois, au LPP.</p>			
Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : oui / yes			
Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: allocation ED / ED grant			
Lumière, Matière, Interactions	×	Lasers, Optique, Matière	×