

Titre : Physique atomique, moléculaire et rayonnement

Sigle : TC7

Coordinateur de l'UE : Frank ROSMEJ, Laboratoire de l'Utilisation des Lasers Intenses (LULI)

Equipe pédagogique : Frank ROSMEJ, Christophe LAUX

Prérequis : Masters M1 de Physique et Ecoles d'Ingénieurs.

Crédits : 3 ECTS

Langue : Français/Anglais

Mots-clefs : structure atomique/moléculaire, processus collisionnel-radiatif, rayonnement, fusion thermonucléaire, laser, décharge.

Ce module s'articule en deux parties. La première rappelle d'abord les bases quantiques de la physique atomique et moléculaire, puis présente les concepts de distributions des états atomiques et moléculaires. La deuxième partie établit les liens avec la physique statistique pour poser les bases de la physique dynamique des plasmas, puis introduit les éléments nécessaires à la modélisation de la cinétique chimique dans les plasmas, et enfin donne une ouverture vers les concepts de rayonnement et de spectroscopie atomique et moléculaire des gaz. Des TDs permettent d'appliquer ces concepts aux différents types de plasmas (plasmas chauds de la fusion, plasmas froids de procédés, plasmas naturels).

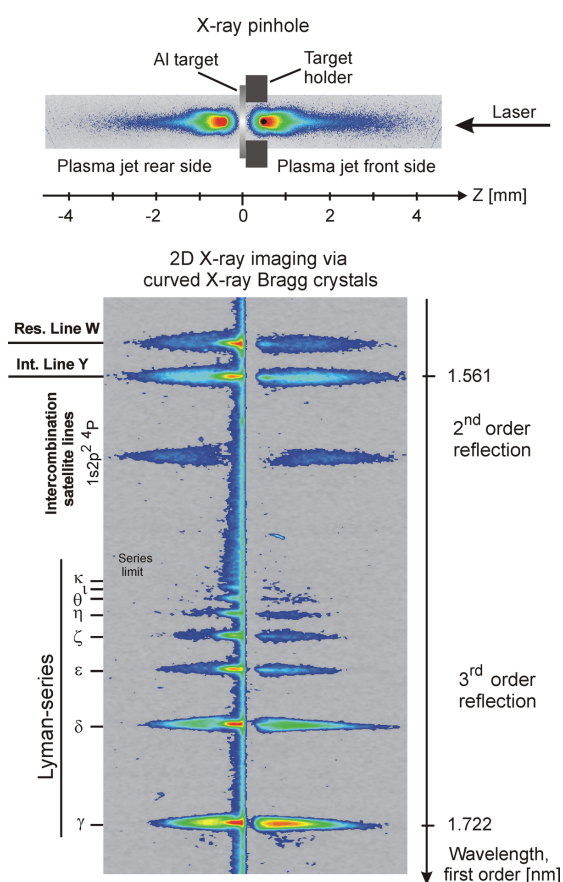
Les thématiques abordées sont les suivantes :

Introduction. Atome à deux niveaux, modèle d'amplitude, matrice densité, populations diagonales et non diagonales, coefficients d'Einstein.

Structure atomique et moléculaire. Atome hydrogénoïde, atome à électrons multiples, potentiel moyen et méthode d'Hartree-Fock, concept d'électron optique, molécule H_2^+ , approximation de Born Oppenheimer, H_2 , hybride, configurations électroniques, rotation, vibration (diatomiques), ordres de grandeurs moléculaires.

Population des états atomiques et moléculaires. Statistiques des particules, fonctions de partition, populations des états atomiques et moléculaires, équations d'état, distributions de Boltzmann, Maxwell, équilibre thermodynamique complet, local.

Propriétés thermodynamiques. Capacité calorifique, enthalpie, entropie, énergie libre, pression, viscosité,... pour atomes et diatomiques.



Un laser ns kilojoule irradie une feuille d'aluminium solide et génère des jets de plasma hautement ionisés. Les jets pénètrent dans le gaz ambiant et l'interaction est visualisée par l'imagerie à rayons X 2D. Des variations d'intensité caractéristiques sont observées à l'intérieur des jets de plasma.

Processus collisionnels élémentaires. Principe de micro-réversibilité, balance détaillée, invariance CPT d'Hamiltonien, sections efficaces, taux de réactions, libre parcours moyen, collisions élastiques, excitation/désexcitation, ionisation/recombinaison, attachement et détachement électroniques, quenching, transfert de charge, dissociation/recombinaison.

Rayonnement. Raies spectrales (intensités, profils), loi de Planck et température radiative, hydorradiative, coefficients d'émission et d'absorption, rayonnement continu, équation de transport radiatif, modèles collisionnels-radiatifs.

Applications. Fusion magnétique, Fusion inertielle, Lasers (optique et XFEL), Physique atomique, Physique moléculaire, Plasmas de décharges.