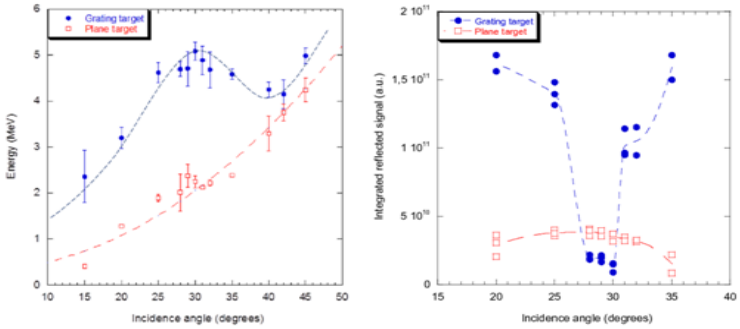
Institut Rayonnement Matière de Saclay
Brèves de l'IRAMIS
N° 225 - Octobre 2013
iramis-i.cea.fr

Excitation résonnante photons-plasmons en régime relativiste

Tiberio Ceccotti, tél : 01.69.08.41.82, tiberio.ceccotti@cea.fr

L'énergie des protons accélérés par laser est un paramètre de première importance pour la plupart des applications les mettant en jeu (proton-thérapie par exemple). L'une des pistes actuellement explorées pour l'augmenter consiste à intervenir sur les caractéristiques des cibles afin d'améliorer l'efficacité du couplage énergétique avec l'impulsion laser, normalement limitée à quelque pourcent. Parmi ces cibles « structurées », un cas particulier est donné par des cibles solides présentant une modulation régulière de la surface comme celle que l'on peut trouver sur des réseaux de diffraction par réflexion. Cette structure périodique permet, sous des conditions bien précises, de coupler de façon résonnante l'impulsion laser avec des ondes de surfaces (plasmons). Ce mécanisme a été déjà démontré expérimentalement dans le passé mais seulement pour des intensités laser relativement faibles (< 10^{17} W/cm^2). Lors d'une expérience conjointe sur l'installation UHI100 à Saclay, dans le cadre du réseau Laserlab-Europe, deux équipes du SPAM et du LSI ont montré, pour la première fois en régime relativiste (I_L > 10^{19} W/cm^2) l'excitation résonante des ondes de surface en utilisant des cibles « réseau ». Pour cela nous avons fait varier l'angle d'incidence du laser en mesurant à chaque fois l'émission de protons et la quantité de lumière laser réfléchie par la cible (voir figure). Pour l'angle de résonance (30°), les énergies des protons obtenues en utilisant les cibles de type réseau sont accrues par rapport à celles des cibles simples d'un facteur égal à environ 2.5 tandis que la quantité de lumière laser réfléchie affichait une nette réduction. Nos résultats démontrent également que l'interaction à éclairement aussi élevé préserve un caractère cohérent à la réponse de la matière illuminée alors même que ses constituants sont accélérés à des vitesses proches de celle de la lumière.

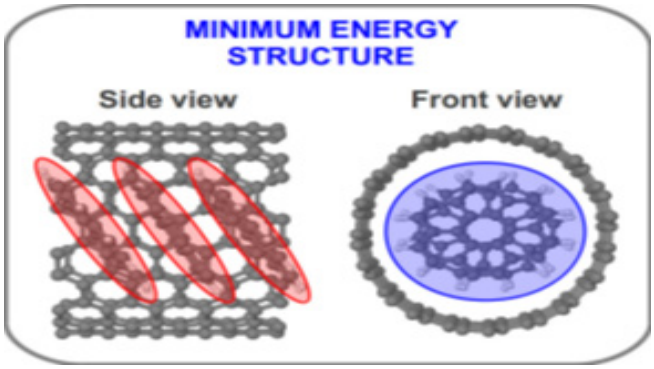


Énergie maximale des protons accélérés (à gauche) et mesure de l'énergie laser réfléchie (à droite) lors de l'interaction avec une cible de type réseau (bleu) et une cible simple (rouge), en fonction de l'angle d'incidence.

Empilement de molécules de coronène encapsulées dans un nanotube de carbone

Yannick Dappe, tél : 01.69.08.30.32, yannick.dappe@cea.fr

L'assemblage de molécules confinées dans un nanotube de carbone a ouvert récemment de larges perspectives en termes de structures supramoléculaires pour l'électronique de demain. La stabilité ainsi que la versatilité de ces systèmes sont assurées par le caractère non-covalent des liaisons, i.e. les interactions de van der Waals. Ces interactions, dues aux fluctuations de charges dans la matière et aux dipôles non-permanents qui en résultent, jouent un rôle fondamental dans les interactions entre molécules sans en affecter significativement leurs propriétés intrinsèques. En collaboration avec un chercheur de l'Université Autonome de Madrid, nous nous sommes intéressés à l'encapsulation de molcules de coronène dans un nanotube de carbone. A l'aide de simulations numériques basées sur l'utilisation de la Théorie de la Fonctionnelle de la Densité et d'un modèle incluant les forces de van der Waals, nous avons démontré que la stabilité de l'empilement moléculaire était due à une rotation de 30 degrés de chaque molécule par rapport à ses voisines (de façon analogue à l'empilement hexagonal dans le graphite), selon l'axe du nanotube. Nous avons ainsi pu retrouver l'angle d'inclinaison de la pile de coronènes observé expérimentalement, par rapport à la normale au nanotube. Sans prise en compte de l'énergie de van der Waals, la structure la plus stable est une chaine linéaire. Enfin, la détermination précise de cette structure nous a permis de caractériser par un calcul d'états excités dans l'approximation GW, l'influence du confinement dans le nanotube sur la structure électronique des molécules, c'est-à-dire, un *red-shift* dans le spectre de photoémission. Ce changement notoire présente un fantastique intérêt dans le domaine de l'opto-électronique moléculaire.



Représentation de la structure la plus stable de l'empilement de coronènes dans le nanotube de carbone.