



Institut de physique

Actualités scientifiques

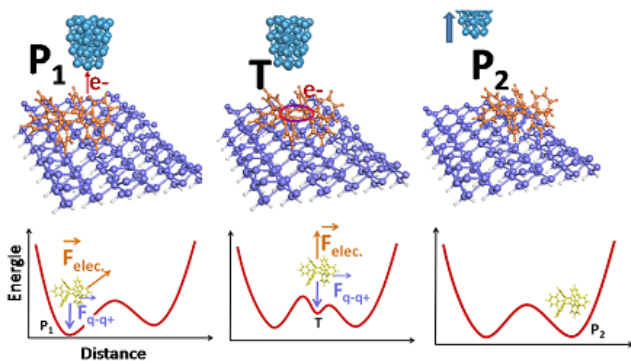
Déplacer une molécule sans la pousser

Juillet 2013

Des physiciens ont provoqué le déplacement d'une molécule individuelle sur un cristal de silicium sans la pousser, mais en modifiant son état électronique grâce à un microscope à effet tunnel.

Avec la pointe ultrafine d'un microscope à effet tunnel, les physiciens peuvent tirer ou pousser des atomes ou des molécules déposés sur une surface métallique. En revanche, sur un semi-conducteur, cette méthode s'avère inefficace, car ces matériaux « collent » les particules à leur surface avec une force d'attraction bien plus forte que les métaux. Des physiciens de l'Institut des sciences moléculaires d'Orsay (CNRS / Université Paris Sud) en collaboration avec une équipe de l'Institut des sciences des matériaux de Mulhouse (CNRS / UHA) viennent de montrer qu'il est cependant possible de déplacer une molécule d'hexaphényl-benzène à la surface d'un cristal semi-conducteur de silicium. Plutôt que d'agir mécaniquement sur cette molécule, ils ont modifié la force de collage par un contrôle de l'état électronique de la molécule et ont ainsi provoqué le déplacement de cette dernière. Une modélisation théorique poussée leur a permis de déterminer et d'optimiser la position de la pointe du microscope au-dessus de la molécule. Ce travail ouvre une nouvelle voie dans la manipulation d'atomes ou de molécules adsorbés sur une surface de semi-conducteur. Il est publié dans le *Journal of Physical Chemistry C*.

Pour cette expérience, les physiciens ont utilisé une molécule d'hexaphényl-benzène (HPB). Cette molécule, composée d'un cycle benzénique central -dont chacun des 6 atomes de carbone est relié à un autre cycle- est de forme globalement hexagonale, et a une taille de 1,33 nanomètre. Les benzènes latéraux sont quasiment perpendiculaires au plan du cycle central. En approchant la pointe d'un microscope à effet tunnel portée à un potentiel positif, et grâce au couplage entre la surface et la molécule, les physiciens induisent le transfert d'un électron du silicium vers la molécule et donc la formation d'un ion négatif. La molécule chargée négativement est alors attirée sous la pointe du microscope et se stabilise dans cette position en suivant la surface de potentiel du silicium. Lorsque l'excitation s'arrête, la molécule perd sa charge et glisse vers le puits de potentiel voisin défini par la périodicité spatiale de la surface de silicium. Ce processus de création de l'anion a été observé ici pour des positions particulières de la surface de potentiel du silicium au bord d'une marche cristalline. Les simulations numériques réalisées à l'occasion de ce travail ont permis d'une part de confirmer l'intensité de l'attraction entre la surface et la molécule, d'autre part d'optimiser la position initiale de la molécule et de la pointe du microscope.



Les trois étapes de la manipulation sont les suivantes : à gauche, la molécule d'HPB se trouve dans son état initial P1 durant la période d'excitation pendant laquelle la pointe du STM se situe sur un côté de la molécule. Au centre, la molécule est devenue un anion par transfert de charge entre la molécule et la surface du silicium ce qui a provoqué son déplacement sous la pointe du STM. La molécule a alors atteint l'état métastable T et la charge se localise principalement sur le benzène central. Enfin, à droite, le fait de retirer la pointe du STM permet de décharger la molécule et de provoquer sa relaxation vers la seconde position stable P2.

En savoir plus

Electronic Control of the Tip-Induced Hopping of an Hexaphenyl-Benzene Molecule Physisorbed on a Bare Si(100) Surface at 9 K, H. Labidi¹, P. Sonnet², D. Riedel¹, *J. Phys. Chem. C*, 2013, 117 (26), pp 13663–13675

Contact chercheur

Damien Riedel, chargé de recherche CNRS

Informations complémentaires

- ¹ Institut des Sciences moléculaires d'Orsay (ISMO)
- ² Institut de Sciences des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

cnrs

www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie
3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16
T 01 44 96 42 53
inp-communication@cnrs-dir.fr
www.cnrs.fr/inp