



EXERCICES

- Visualisation des atomes d'une surface de graphite et analyse de la structure du réseau et des forces d'interaction entre les atomes.
- Caractérisation physique d'une surface en or et mesure de la hauteur des marches atomiques.

OBJECTIF

Caractérisation physique de la structure atomique d'une surface en graphite et d'une surface en or

RESUME

Un microscope à effet tunnel (STM) est utilisé pour l'analyse microscopique de matériaux conducteurs avec une résolution atomique. La sonde utilisée est une pointe métallique extrêmement fine qui balaye la surface de l'échantillon de façon linéaire et avec des mouvements contrôlés de près. On mesure la valeur du courant tunnel qui se propage alors entre la pointe et l'échantillon et on maintient ce courant constant en variant la distance séparant la pointe de l'échantillon. Les grandeurs modifiées sont traitées pour former une image de la surface de l'échantillon où est représentée la superposition de la topographie de l'échantillon et de la conductivité électrique.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Microscope à effet tunnel	1012782
En plus recommandé :		
1	Échantillon de TaSe ₂	1012875

GENERALITES

Un microscope à effet tunnel est équipé d'une sonde métallique très pointue qui se déplace au-dessus de la surface d'un matériau conducteur à une distance si faible que lorsqu'une tension électrique est appliquée entre la pointe et la surface de l'échantillon, il se crée une interaction appelée courant tunnel. Des variations minimales de l'ordre de 0,01 nm de la distance pointe-échantillon entraînent des modifications mesurables de la valeur du courant tunnel, celui-ci dépendant exponentiellement de cette distance. On procède au balayage de la structure atomique de l'échantillon en déplaçant la pointe métallique ligne après ligne au-dessus de toute la surface de l'échantillon tout en contrôlant la distance pointe-échantillon de telle façon que le courant tunnel reste constant. Les déplacements effectués sont tracés en temps réel sous forme d'une image sur l'écran de l'ordinateur. L'image créée sur l'ordinateur est une superposition de

la topographie de l'échantillon et de la conductivité électrique de la surface de l'échantillon.

Dans l'expérience, on procède dans un premier temps à la fabrication de la sonde à partir d'un fil de platine-iridium. L'objectif est de réaliser une pointe de forme telle qu'on peut l'assimiler à une orbitale atomique de type s. La préparation de l'échantillon de graphite consiste à le nettoyer de ses impuretés : on colle un morceau de ruban adhésif à la surface de l'échantillon puis on l'enlève, ce qui laisse la surface parfaitement propre. Pour les autres matériaux étudiés, il suffit de veiller à ce que l'échantillon reste propre et exempt de gras. Afin d'obtenir une image avec une bonne résolution atomique, il faut : une grande précision de travail pendant l'expérience, une pointe métallique bien effilée, et une surface d'échantillon parfaitement lisse. Après chaque modification d'un paramètre de mesure, il est recommandé de procéder à plusieurs balayages de la surface avec la pointe avant d'enregistrer l'image définitive. Il est recommandé de procéder à plusieurs balayages avant de modifier à nouveau un paramètre.

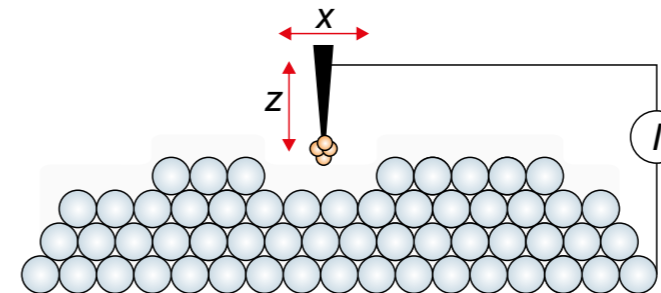


Fig. 1 Représentation schématique du courant tunnel

EVALUATION

Dans l'image de la structure hexagonale du graphite, on trouve des atomes de carbone représentés en alternance en clair et en foncé. Les premiers, de couleur claire, sont des atomes sans voisins directs, les seconds, de couleur foncée, sont les atomes disposant de voisins directs dans la couche d'atomes sous-jacente. Les premiers sont donc plus clairs parce qu'ils possèdent une plus grande densité d'électrons. On utilise les outils du logiciel pour mesurer les distances et les angles entre les atomes ainsi identifiés. L'analyse de la surface en or au moyen d'une pointe appropriée permet d'identifier les marches atomiques dont on peut ensuite mesurer la hauteur.

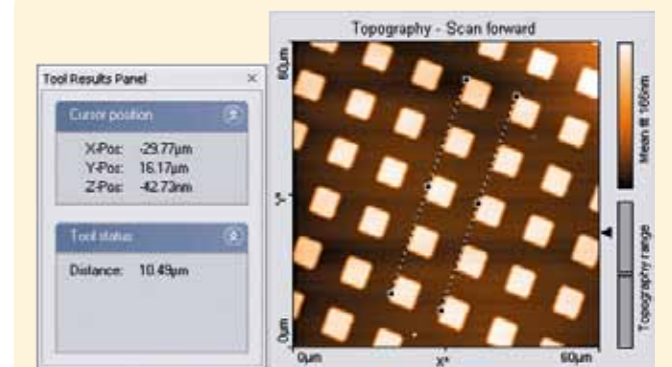
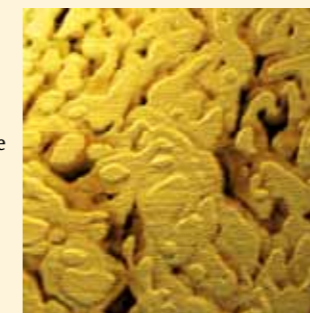
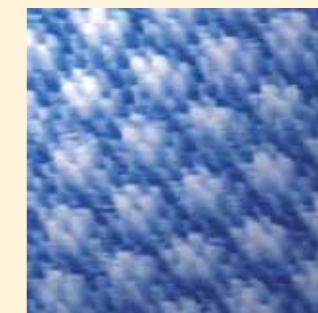


Fig. 2 Détermination de l'écart atomique

Caractérisation physique d'une surface en or



Caractérisation physique d'une surface de TaS₂ avec des ondes de densité de charge statiques



Représentation de la structure hexagonale d'une surface en graphite

