



إن كل ملمح برتقالي يُرى في هذه الصورة المأخوذة بالمجهر النفقي الماسح (STM) هو جزيئة C_{60} . وإن تضاريس STM التي تظهر لكل جزيئة ذات بنية معقدة، تُظهر إما شكلاً ذا عروتين أو شكلاً ذا ثلاث عرى مع تغيّرات كبيرة في تباين الجزيئة المصورة. ينشأ التغيّر في التباين دون الجزيئي عن المداريات الجزيئية لكرات بوكي، حيث يعتمد شكلها في صورة المجهر النفقي الماسح على توجهات الجزيئة فوق سطح الذهب السفلي اعتماداً قوياً.

المئز ضمن الجزيئي عالي المئز. في غضون ذلك، بيّن باحثون من مركز يولش للأبحاث وجامعة أوسنبروغ بقيادة روسلان تيميروف R. Temirov إمكانية الحصول على تصوير عالي المئز في نطاق جزء باولي المذكور باستعمال المجهر النفقي الماسح أيضاً.

تصوير المداريات

كما ذكر سابقاً، على المرء أن يتذكر دائماً أن أية صورة مأخوذة بمجهر المسبار الماسح، تتضمن عند مستوى معين تلافياً لبنية الرأس والعيئة. وبكلام آخر، فإن الشيء الحاد، وهو الرأس في الحالة المثالية، هو الذي يقوم بالسبر في حين أن ما يصور هو الشيء العريض، أي السطح في الحالة المثالية. غير أنه عند أصغر مقاسات الطول، قد تأخذ المداريات الذرية لسطح العيئة امتداداً مكانياً أصغر من الامتداد المكاني للرأس. هذا يعني إمكانية تضمين صورة بمجهر المسبار معلومات دون ذرية عن البنية الإلكترونية للمسبار، مثل تناظر المداري والامتداد المكاني. قدّم غيسيل وزملاؤه دليلاً لهذا النوع من التصوير المداري على مدى العقد الماضي، وفي حين كان تفسير الصور مثار جدل إلى حد ما، إلا أن تكرارية التجارب وحسابات نظرية عالية المستوى زودتنا بدعم لادعائهم، أي أنه يمكن استخلاص معلومات عن المداريات من بيانات المجهر NC-AFM. (استعمل هنا مصطلح «تصوير المداري» استعمالاً فضفاضاً جداً—إذ إن المداريات ليست خصائص قابلة للملاحظة تجريبياً طبعاً، وإنما نميّن توزيع القوة المرافق لمداري معين في صورة المجهر NC-AFM).

لقد استطاع غيسيل وزملاؤه باستعمال رؤس محددة الحصول على صور لسطح السليكون (111)-(7×7) يظهر فيها ملمح ذو بنية ناعمة لكل ذرة (الشكل 4d). وقد فسروا هذه البنية دون الذرية بأنها ناشئة عن مداريات رابطين متدلّيتين للذرة عند نهاية الرأس،

بغية الحصول على مجازة متينة جداً (من مرتبة 1800 نيوتن لكل متر). وبما أن المجازة متينة لدرجة عالية يمكن استعمال ساعات اهتزازات صغيرة جداً تصل عشرات من البيكومتر، مما يجعل التقنية حساسة جداً لمجال القوى صغيرة المدى المصادفة في الربط الكيميائي. ويمكن لمجازات سليكونية إعطاء نتائج ممتازة أيضاً: فقد قام أوسكار كوستانس O. Custance وسيزو موريتا S. Morita من معهد اليابان القومي لعلوم المواد ومن جامعة أوساكا على الترتيب، بسلسلة من التجارب الأخاذة الخارقة على المجاهر NC-AFM لا تتضمن فقط تحديد هويات المستويات الذرية، بل تتعداها لمناقلة الذرات فرادى على سطوح أنصاف النواقل.

ظهرت العام الماضي نشرة مهمة في مجلة العلوم Science جذبت الأنظار إليها في عالم الدعاية، حيث استعمل ليو غروس L. Gross وزملاؤه تقنية NC-AFM qPlus لتمييز بنية البنتاسين، محققين أعلى مئز لجزيئة حتى الآن (الشكل 4a). تكشف الصورة المدهشة «معمارية» جزيئة البنتاسين، مميزة بوضوح الروابط الداخلية مفصلة ما أعطاه المجهر النفقي الماسح من تضاريس (طبوغرافية) بتعريته كاملاً، وهذا يظهر في الشكل أيضاً. تطلب ذلك تقدّمين مفتاحيين حتى تحقق هذا المئز غير المسبوق. الأول، استعمال جزيئة أول أكسيد الكربون ملصقة بالرأس عوضاً عن استعمال رأس بسيط، مما عزز المئز تعزيزاً مهماً. الثاني، كان من الضروري وضع الرأس قريباً جداً من الجزيئة، حتى الوصول إلى الجزء التنافري العائد لمبدأ باولي من كمون التفاعل، بغية تحقيق

إنه لإنجاز عظيم أننا لا نستطيع الآن قياس التأثيرات (التفاعلات المتبادلة) المرافقة لرابطة كيميائية وحيدة فقط، بل نستطيع أيضاً رؤية توزيعات القوة الناشئة عن مداريات ذرية وجزيئية كل على انفراد.