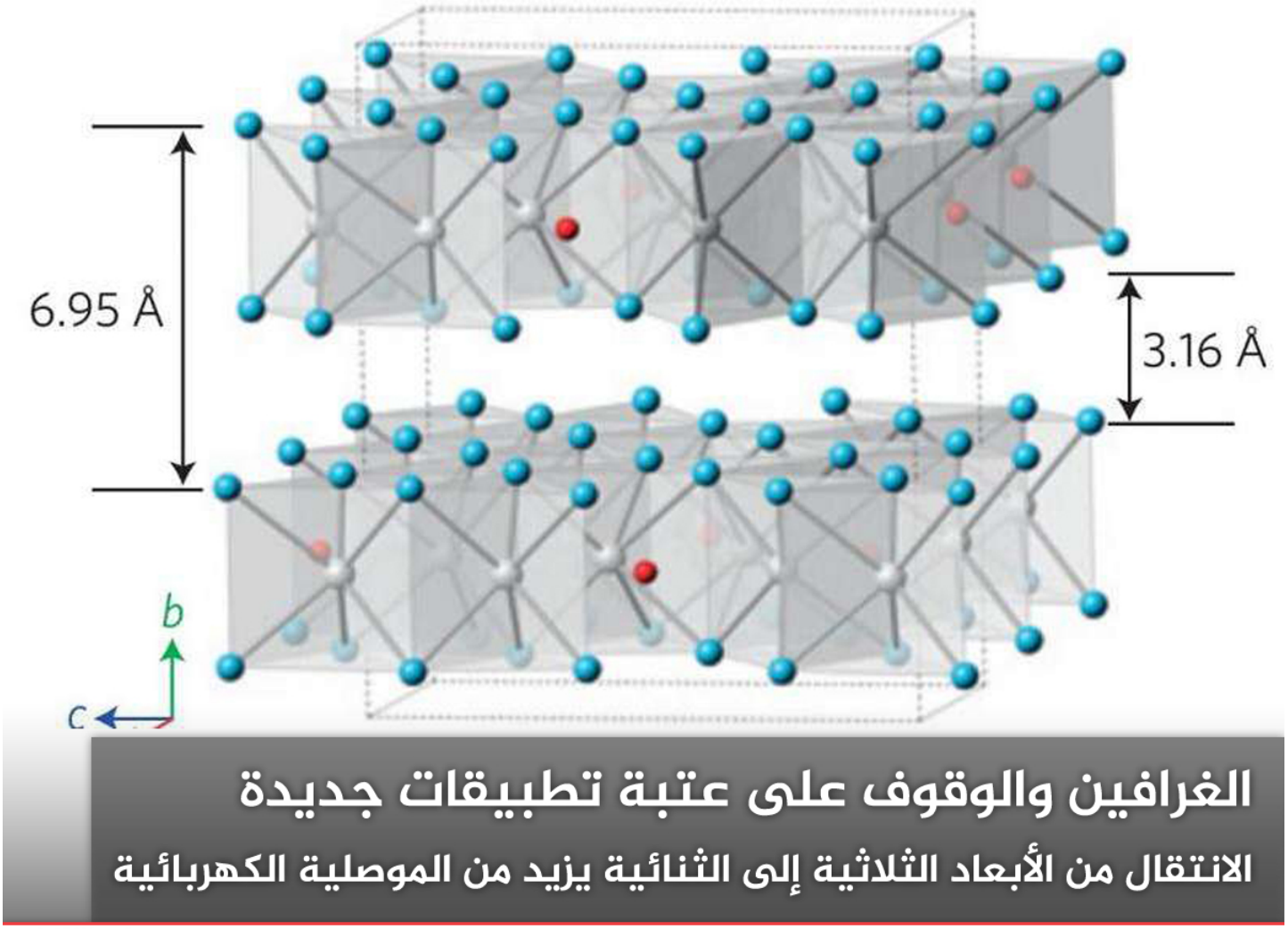
الغرافين والوقوف على عتبة تطبيقات جديدة الانتقال من الأبعاد الثلاثية إلى الثنائية يزيد من الموصلية الكهربائية



بنية بلورية لتيليوريد النيوبيوم.

.Credit: © J. Hu et al/ Nature Physics

وصف علماء من قسم **MIPT** للفيزياء الجزيئية والكيميائية للمرة الأولى سلوك الإلكترونات في عنصر نظير للغرافين (**graphene**) لم يدرس في السابق، وهو تيليوريد النيوبيوم ثنائي الأبعاد (**two-dimensional niobium telluride**)، وقد كشفوا طبيعة التأثيرات ثنائية الأبعاد على خواص الموصلية له، وستُساعد هذه الاكتشافات في إنتاج الأجهزة الإلكترونية المستقبلية المسطحة والمرنة.

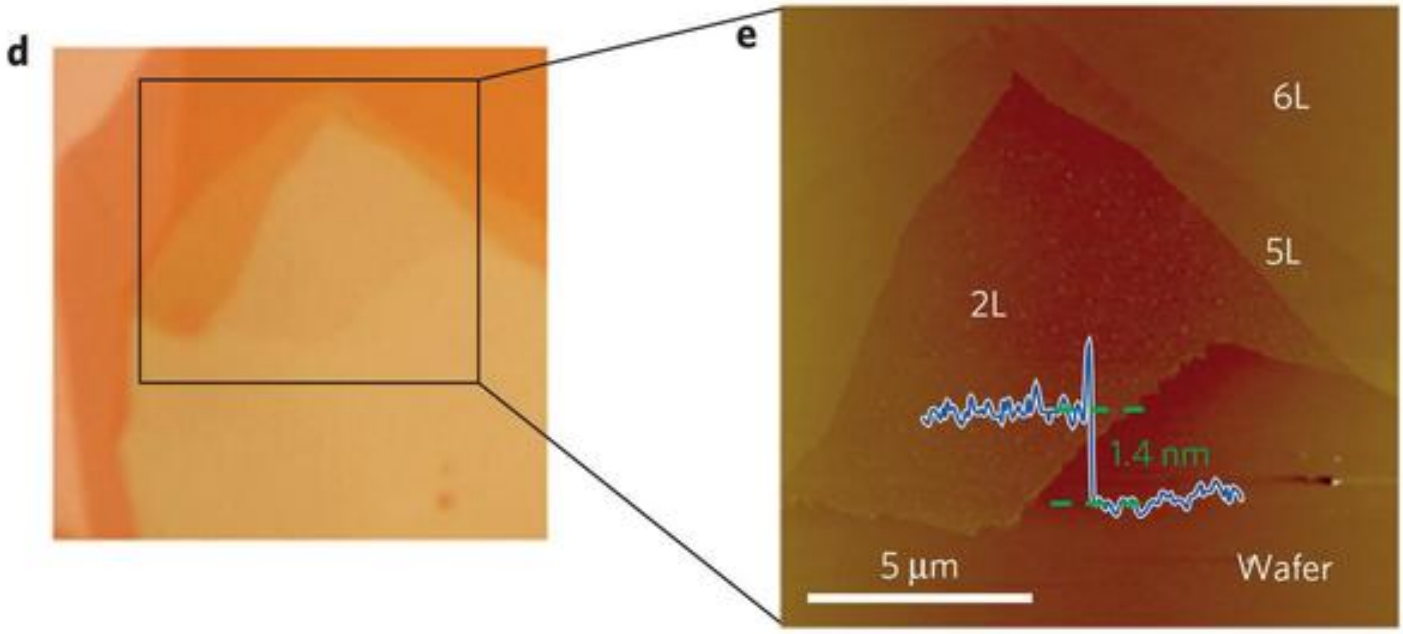
في العقود الأخيرة، درس علماء الفيزياء وبشكلٍ نشط ما يُعرف بالمواد ثنائية الأبعاد، وحصل كلٌ من أندري جيم **Andrei Geim** وكونستانتين نوفوسيلوف **Konstantin Novoselov** على جائزة نوبل للفيزياء عن عملهم في مجال الغرافين، وهي أشهر المواد ثنائية الأبعاد.

تختلف خواص مثل هذه المواد، التي يُمكن وصفها بصفائح ذات سماكة بضع ذرات، عن مثيلاتها ثلاثية الأبعاد. على سبيل المثال، الغرافين شفاف وموصل للتيار بشكلٍ أفضل من النحاس، ولديه موصلية حرارية جيدة، ويعتقد العلماء أن أنواعاً أخرى من المواد ثنائية الأبعاد قد تمتلك خواصاً أكثر غرابة حتى من الغرافين.

مؤخراً، أجرت مجموعة من العلماء من الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا تضم بافل سوروكين **Pavel Sorokin** وليوبوف أنتيبينا **Liubov Antipina** من **MIPT** بحثاً يتناول خواص بلورات إحدى تلك المواد (**Nb3SiTe6**)، وهو مركب تيليورايد النيوبيوم.

تُشبه البلورات في بنيتها سندويشات بسماكة تصل إلى ثلاث ذرات (حوالي 4 أنغستروم)، وهي مكونة من طبقة من التيليريوم، وطبقة من النيوبيوم ممزوجة مع ذرات السيليكون وبعد ذلك طبقة أخرى من التيليريوم. تنتمي هذه المادة إلى نوع من المواد يُعرف بـ (**dichalcogenides**)، الذي ينظر إليه العديد من العلماء على أنه شبه موصل ثنائي الأبعاد واعد جداً.

قام العلماء بتوليف بلورات (**Nb3SiTe6**) في المختبر الموجود في جامعة تولان-نيو أورليانز، وبعد ذلك فصلوا البلورات إلى طبقات ثنائية الأبعاد، وأخذوا عينات لإجراء تحليل لها بالاعتماد على التحليل الطيفي المجهري الإلكتروني الانتقالي، والتحليل باستخدام الأشعة السينية، بالإضافة إلى طرق تحليل أخرى، وهدفت الأبحاث إلى دراسة تغيرات تفاعلات الفونونات-الإلكترونات (**electron-phonon interaction**) في المواد ثنائية الأبعاد.



تُبدي الصورة أعلاه عينة من تيليورايد النيوبيوم. Credit: © J. Huetal/ Nature Physics.

تُعرف أشباه الجسيمات أو كمات (كوانتا) اهتزازات الشبكة البلورية بالفونونات (**phonons**)، وقد طرح علماء الفيزياء هذا المفهوم لأنه

يساعد في تبسيط وصف العمليات في البلورات، ويُعتبر تعقب تفاعلات الفونونات–الإلكترونات أمراً مهماً جداً من أجل وصف خواص التوصيل المختلفة في المادة.

يقول سوروكين، وهو المؤلف المشارك في الدراسة، ودكتور علوم الفيزياء والرياضيات، ومحاضر في قسم **MIPT** لفيزياء وكيمياء الهياكل النانوية (**DMCP**): "طوّرنا نظرية تتنبأ بأن تفاعل الفونون–الإلكترون يُكبَح جرّاء التأثيرات البُعدِيّة في المواد ثنائية الأبعاد. بكلماتٍ أخرى، تُعيق هذه المواد جريان الإلكترونات نحو التوسع الأضيق".

أكد الزملاء الأمريكيون صحة ذلك التنبؤ عبر إجراء تجارب أخرى، ويُضيف سوروكين: "لقد أجروا قياسات جرى فيها رصد التأثير نفسه. سمحت حساباتنا باستبعاد تفسيرات أخرى، وتمكّنا من إثبات أن التغيرات الموجودة في تفاعل الفونون–الإلكترون تحصل بشكلٍ خاص نتيجةً للأبعاد الثنائية للغشاء".

- التاريخ: 2015-08-21
- التصنيف: فيزياء

#الفونونات #الغرافين #الموصلية الفائقة #الأجهزة الإلكترونية المرنة #مركب تيليوريد النيوبيوم

المصطلحات

- **الغرافين (graphene)**: مادّة كربونية ثنائية الأبعاد وذات بنية بلورية سداسية، وتُعدّ أرفع مادّة معروفة على الإطلاق بحيث يُعادل سمكها ذرة كربون واحدة.
- **الفونونات (phonons)**: الفونون: يُشير هذا المصطلح في الفيزياء إلى ترتيب دوري للذرات أو الجزيئات داخل المادة الكثيفة مثل المواد الصلبة وبعض السوائل. توجد الذرات والجزيئات داخل المواد في بنية بلورية وترتبط مع بعضها البعض بقوة، وبالتالي لا يُمكنها الاهتزاز بشكلٍ مستقل، وإنما يأخذ اهتزازاها أنماطاً جمعية تنتشر داخل المادة. تُعالج طاقات الاهتزاز في البلورة على أنها هزّازات توافقية كمومية. وهي لا تقبل أو تخسر الطاقة إلا بوحدات محددة بعلاقة بلانك hu. تُعرف أنماط الاهتزاز هذه الموجودة في البلورة والتي تقبل كميات محددة من الطاقة بالفونونات.

المصادر

- phys.org

المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- مُراجعة
  - نداء البابطين

- تحرير
  - محمد وليد قبيسي
- تصميم
  - محمد نور حماده
- نشر
  - مي الشاهد