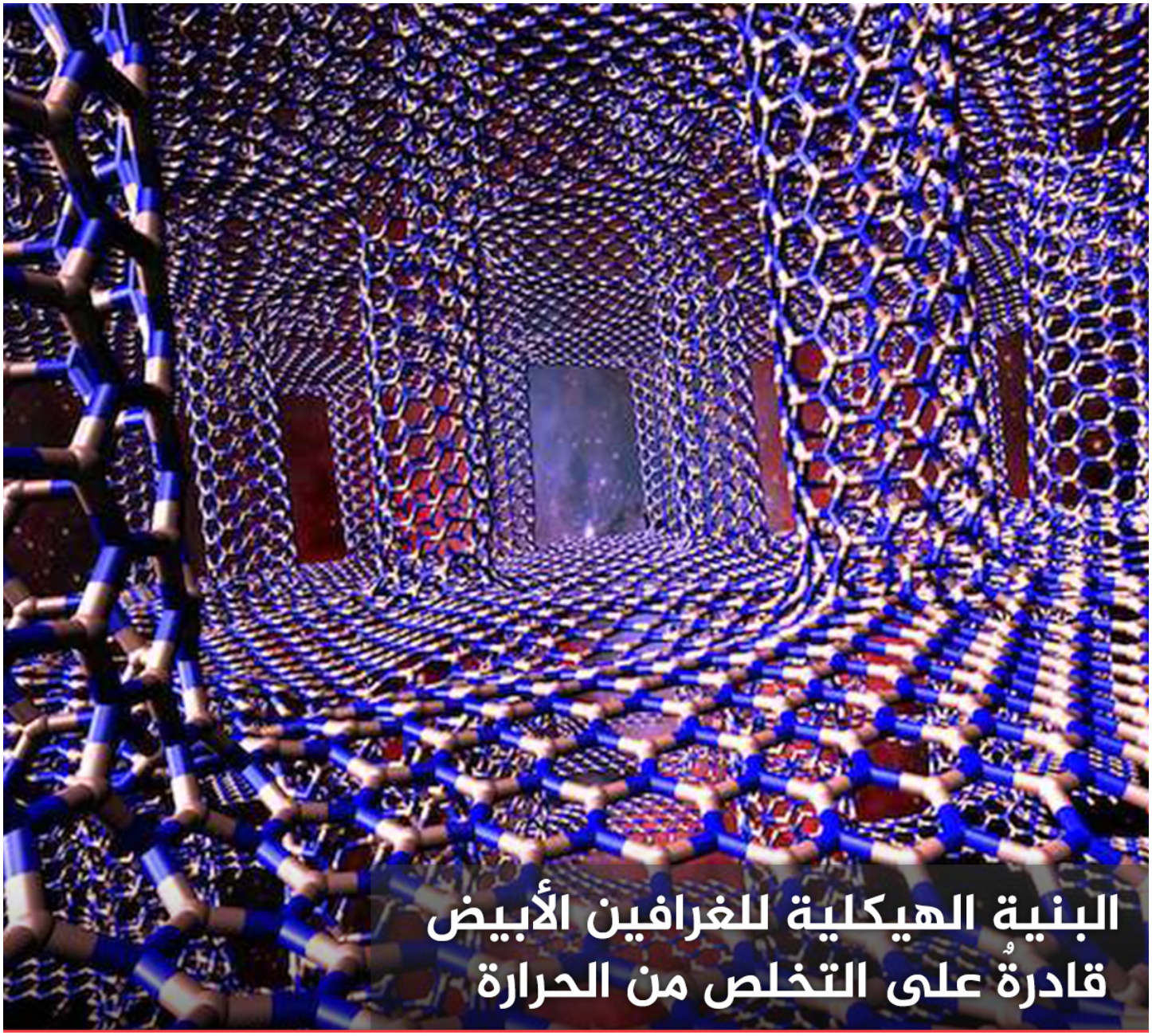
البنية الهيكلية للغرافين الأبيض قادرةٌ على التخلص من الحرارة



من الممكن أن تلعب بنية ثلاثية الأبعاد من صفائح نتريد البورون السداسي وأنابيب نانوية من نتريد البورون دورَ المادة الانضباطية للسيطرة على تدفق الحرارة في الأجهزة الإلكترونية، وذلك وفقاً لباحثين من جامعة رايس.

المصدر: The Shahsavari Group

يقول العلماء في جامعة رايس **Rice University** أن استعمال نتريد البورون (**boron nitride**) ذي البنية ثلاثية الأبعاد قد يكون الحل المناسب لتبريد الأجهزة الإلكترونية الصغيرة.

وقد أكمل الباحثان في جامعة رايس، نافيد سكافاند **Navid Sakhavand** وروزبيه شاه سفاري **Rouzbeh Shahsavari**، تحليلهما النظري الأول الذي يوضح كيفية استخدام نتريد البورون ذي البنية ثلاثية الأبعاد كمادةٍ انضباطية بغية السيطرة على تدفق الحرارة في مثل تلك الأجهزة.

وسيظهر هذا البحث في الشهر الحالي في دورية الجمعية الكيميائية الأمريكية **American Chemical Society journal – Applied Materials and Interfaces**.

في شكله ذي البعدين الاثنين؛ يشبه نتريد البورون السداسي (**h-BN**) ـ والمعروف أيضاً بالغرافين الأبيض (**white graphene**)ـ سُمكَ ذرة أحد أشكال الكربون والذي يُعرف بالغرافين. ويتجلى الفرق الجوهري الوحيد بينهما في أن نتريد البورون السداسي (**h-BN**) يعتبر عازلاً للكهرباء، على عكس الغرافين الذي يسمح بمرورها.

ولكن على غرار الغرافين، يعتبر (**h-BN**) ناقلاً جيداً للحرارة والتي يمكن قياس كميتها على شكل فونونات (**phonons**). وبناءً على هذا، يقول شاه سفاري أن استخدام نتريد البورون للسيطرة على تدفق الحرارة أمرٌ يستحق الدراسة بعنايةٍ بالغة.

يقول شاه سفاري: "يكون المطلوبُ عادةً في جميع الأجهزة الإلكترونية التخلصَ من الحرارة من النظام قدر الإمكان بأسرع وقتٍ ممكن وبأعلى كفاءة". ويكمل كلامه: "يتجلى أحد أهم العيوب في مجال صناعة الإلكترونيات ـ وخاصة عندما تكون المواد المستخدمة متعددة الطبقات ومتموضعة على ركيزة ـ في انتقال وتدفق الحرارة بسرعةٍ في اتجاهٍ واحد على طول السطح الناقل، ولكن لا يبدو هذا التدفق جيداً عند انتقاله من طبقةٍ إلى أخرى. ولعل الغرافين ذا الطبقات المتراكمة أبرز مثال على ما أقول".

ويكمل شاه سفاري فيقول: "إن الحرارة تنتقل أيضاً بسرعةٍ كبيرة عبر السطوح المستوية لنتريد البورون. لكن تُظهر المحاكاة التي قامت بها جامعة رايس أن البنيةَ ثلاثية الأبعاد لسطوح نتريد البورون السداسي والمتصلة ببعضها عبر أنابيب نانوية، قادرةٌ على تحريك الفونونات في جميع الاتجاهات. سواءً داخل الأسطح أو عبرها".

وقد قام الباحثون بحساب آلية تدفق الفونونات عبر أربعة هياكل مع استخدام أنابيب نانوية مختلفة الأطوال والكثافة، فوجدوا أن مفاصل الاتصال بين الأعمدة والسطوح تلعب دور الضوء الأصفر في إشارة المرور، حيث تقوم بإبطاء وتنظيم تدفق الفونونات من طبقةٍ إلى أخرى دون إيقافه. وحسب شاه سفاري، يؤثر طول وكثافة الأعمدة على تدفق الحرارة، فكلما كانت أعمدة التوصيل أقصر كلما تباطأت عملية توصيل الحرارة، بينما أظهرت الأعمدة الطويلة إعاقة أقل، مما تسبب بزيادة سرعة انتقال الحرارة خلالها.

في حين أن الباحثين قد قاموا مسبقاً بصنع وصلات من أنابيب نانوية من الغرافين الكربوني، يعتقد شاه سفاري أن استخدام هذه الأنابيب مع مادة نتريد البورون سيكون واعداً أيضاً، حيث أن خصائص العزل لنتريد البورون تشجع على تمكين واستكمال مسيرة صناعة الإلكترونيات النانوية ثلاثية الأبعاد القائمة على الغرافين.

يقول شاه سفاري: "يفتح هذا النوع من نظم إدارة الحرارة ثلاثية الأبعاد المجال أمام تصنيع قواطع حرارية (**thermal switches**) أو مقومات حرارية (**thermal rectifiers**) حيث أن تدفق الحرارة فيها باتجاه معين يكون مختلفاً عن تدفقها بالاتجاه المعاكس". ويتابع: "ويمكن تصنيع مثل هذه القواطع إما عن طريق تغيير شكل المادة، أو عن طريق تغيير كتلتها، وذلك بجعل أحد طرفيها أثقل من الآخر، وعندها تتدفق الحرارة باتجاه واحد، أما في الاتجاه المعاكس فإن حركتها سوف تكون أبطأ".

- التاريخ: 2015-08-16
- التصنيف: فيزياء

#الفونونات #الغرافين #الالكترونيات النانوية #نتريد البورون #الغرافين الابيض

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
- الورقة العلمية

المساهمون

- ترجمة
  - سومر عادلة
- مُراجعة
  - محمد جهاد المشكاوي
- تحرير
  - أحمد مؤيد العاني
  - ليلاس قزيز
- تصميم
  - نيكولا رحال
- نشر
  - مي الشاهد