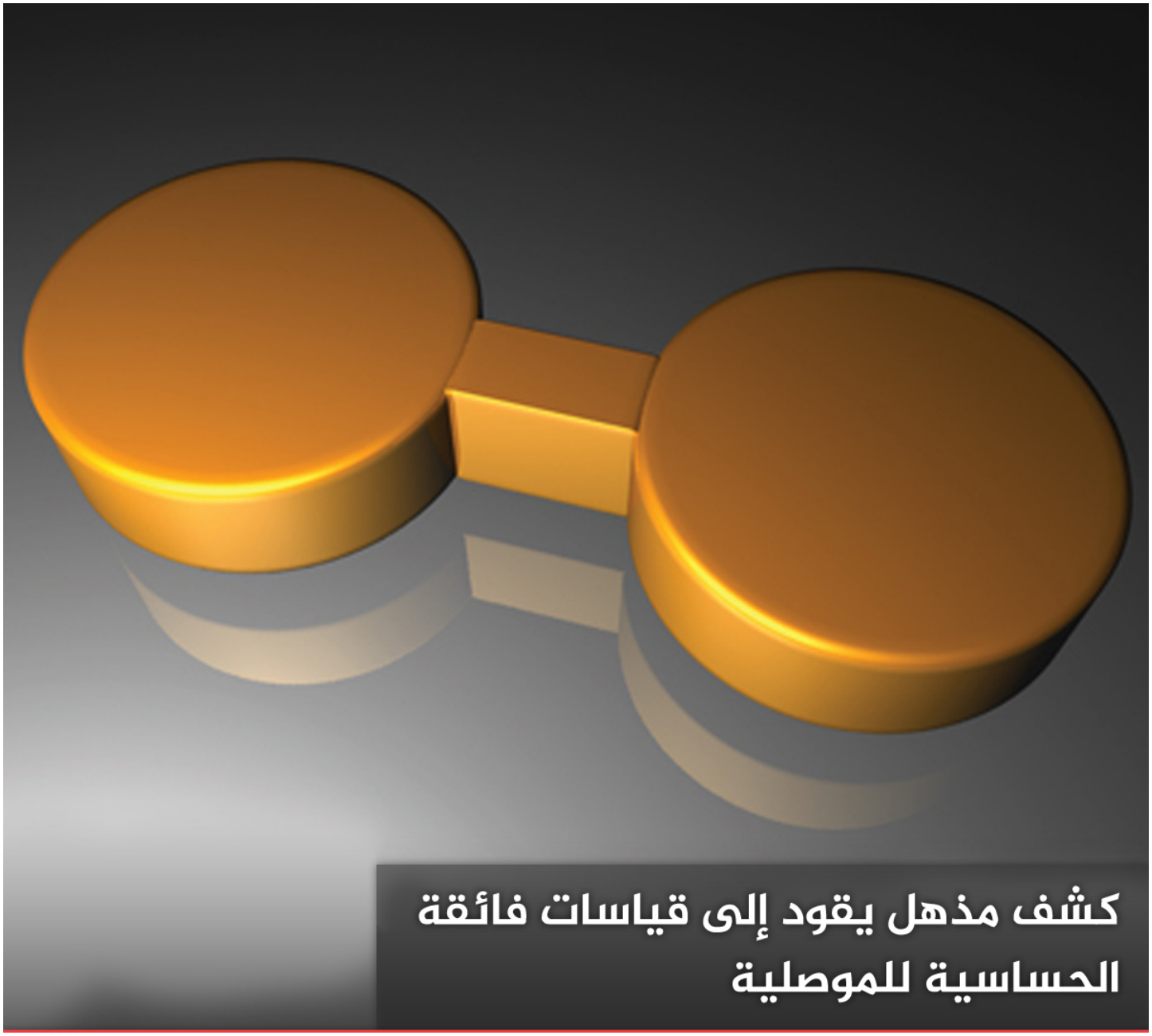
كشف مذهل يقود إلى قياسات فائقة الحساسية للموصلية

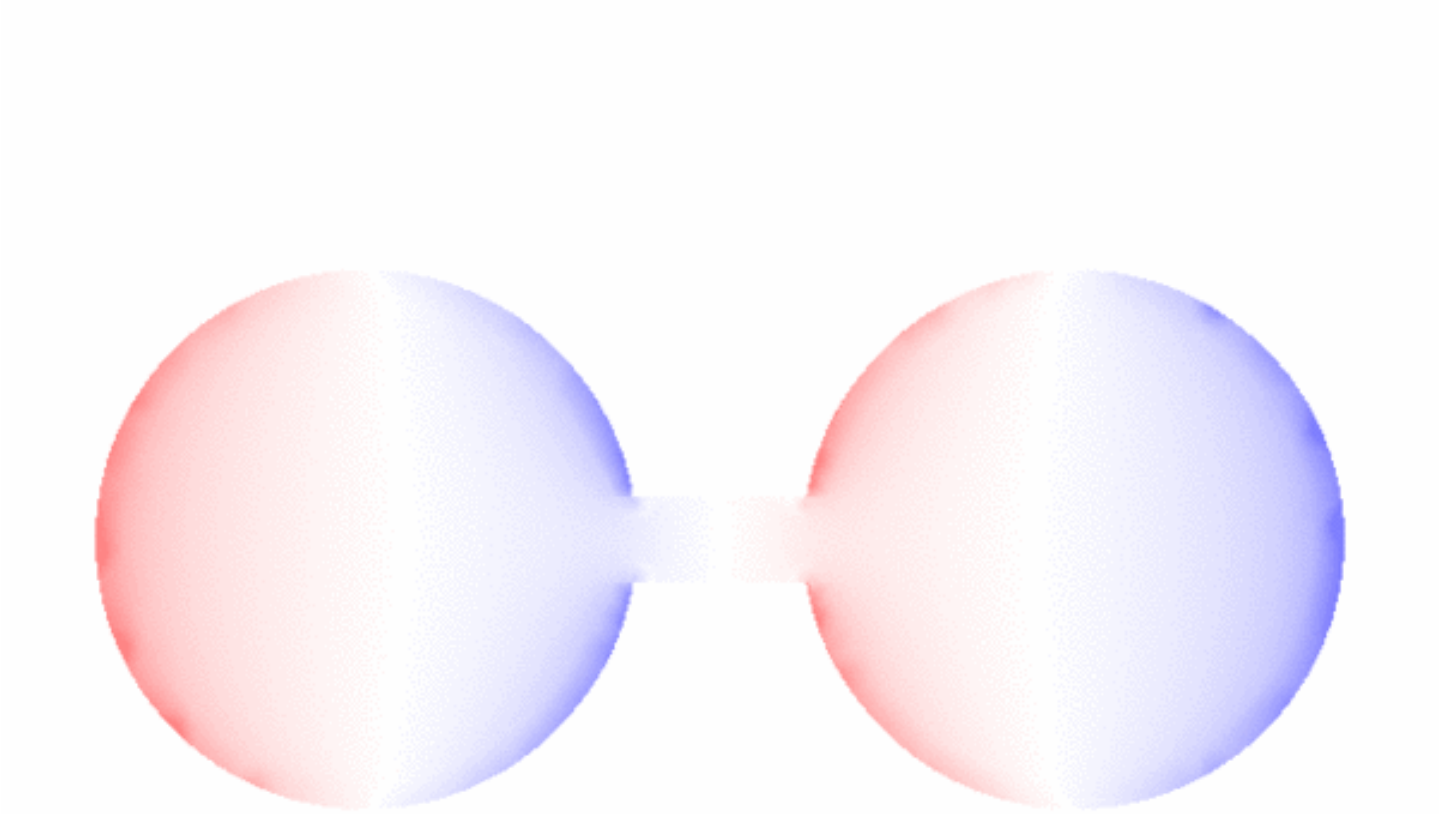


توضح الصورة: تصور فني لزوج من الأقراص النانوية المصنوعة من الذهب والمترابطة بجسرٍ ذهبي.

اكتشف باحثون من جامعة رايس طريقةً جديدة لإجراء قياسات فائقة الحساسية للموصلية عند الترددات البصرية (**optical frequencies**) في مكونات إلكترونية نانوية الحجم وعالية السرعة.

وُصف البحث الذي جرى في مختبر الضوئيات النانوية (**LANP**) على الإنترنت في مجلة **ACS Nano** التي تُصدرها الجمعية الأمريكية للكيمياء. في سلسلة من التجارب، ربط باحثوا **LANP** أزواج من الأقراص النانوية المعدنية، التي يُشابه شكلها شكل قرص الهوكي، مع أسلاك نانوية معدنية وبيّنوا كيف يقوم تدفق التيار عند الترددات البصرية داخل الأسلاك النانوية بإنتاج بلازمونات مشحونة

متحركة (**plasmons**) تتمتع ببصمات بصرية فريدة.



توضح الصورة كيفية اهتزاز البلازمونات الناقلة للشحنة في الأقراص النانوية المترابطة. المصدر: Yue Zhang/Rice University

تقول ناومي هلاس **Naomi Halas**، مديرة **LANP** والعالمة الرئيسية في الدراسة: "إن الدفع نحو الزيادة المستمرة لسرعة مكونات الرقاقات الميكروية قد جعل الباحثين ينظرون إلى الأجهزة النانوية والمكونات العاملة عند الترددات البصرية بغرض استخدامها في الجيل التالي من الإلكترونيات".

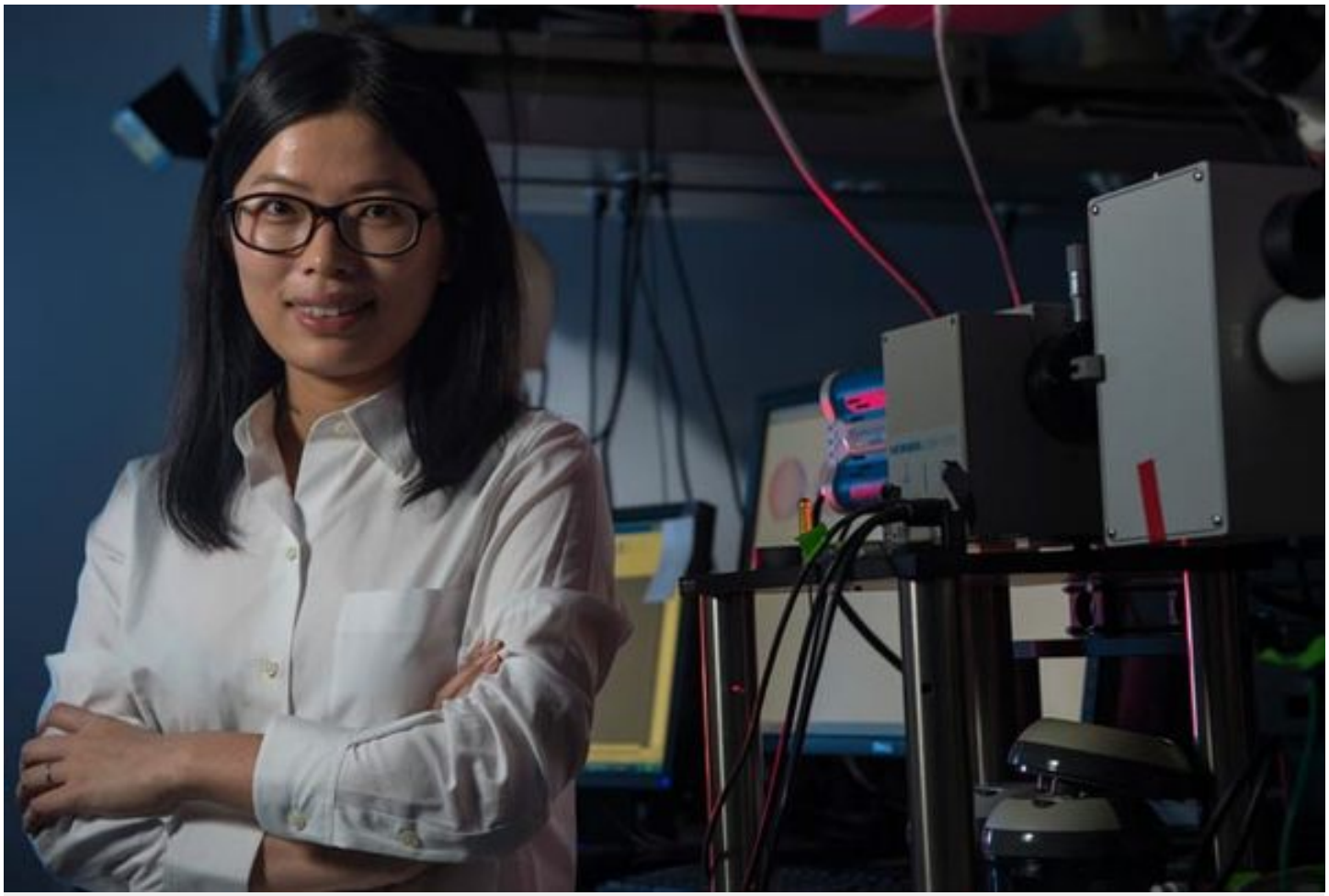
وتُضيف: "إن كيفية عمل هذه المواد والمكونات عند ترددات الضوء المرتفعة جداً غير معروفة جيداً اليوم، وتُقدم تقنية **LANP** الجديدة طريقةً لقياس خواص النقل الكهربائي للمواد النانوية (**nanomaterials**) وأيضاً سبر الهياكل عند تلك الترددات المرتفعة جداً".

"**هلاس**" هي بروفسورة في قسم هندسة الحاسوب والكهرباء وكذلك في علوم الكيمياء، والهندسة البيولوجية، والفيزياء، وعلم الفلك، وعلم المواد، والهندسة النانوية في جامعة رايس، ومختبرها متخصص في دراسة الجسيمات النانوية التي تتفاعل مع الضوء.

تقوم بعض الجسيمات النانوية المعدنية على سبيل المثال بتحويل الضوء إلى بلازمونات، وهي أمواج من الإلكترونات التي تتدفق بشكلٍ

مشابه للمائع على طول سطح الجسيم. وفي عشرات الدراسات التي تم إنجازها خلال العقدين الماضيين، استكشف باحثو **LANP** الفيزياء الأساسية للبلازمونات، وبيّنوا كيف يمكن استغلال التفاعلات البلازمونية (**plasmonic interactions**) وتطبيقها في مجالات متنوعة من عمليات التشخيص الطبي وعلاج السرطان، مروراً بجمع الطاقة الشمسية ووصولاً إلى الحوسبة البصرية (**optical computing**).

الاقتران البلازموني (**plasmonic coupling**) هو أحد التفاعلات البلازمونية التي درسها فريق هلاس على مدار فترة طويلة، وهو نوع من التفاعلات التي تشارك فيها البلازمونات عندما يُوجد جسيمان بلازمونيان أو أكثر بالقرب من بعضهما البعض.



الباحثة فان فان

على سبيل المثال، عندما يقترب قرصان بلازمونيان مشابهان لقرص الهوكي من بعضهما البعض، فإنهما يتصرفان بشكلٍ مشابه لمكثفة صغيرة منشطة ضوئياً. وعندما يُستخدم سلك موصل للربط بين القرصين، تتغير طاقات البلازمونات وتظهر حالة رنين جديدة تُعرف بـ **"انتقال شحنة"** البلازمون عند تردد مميز.

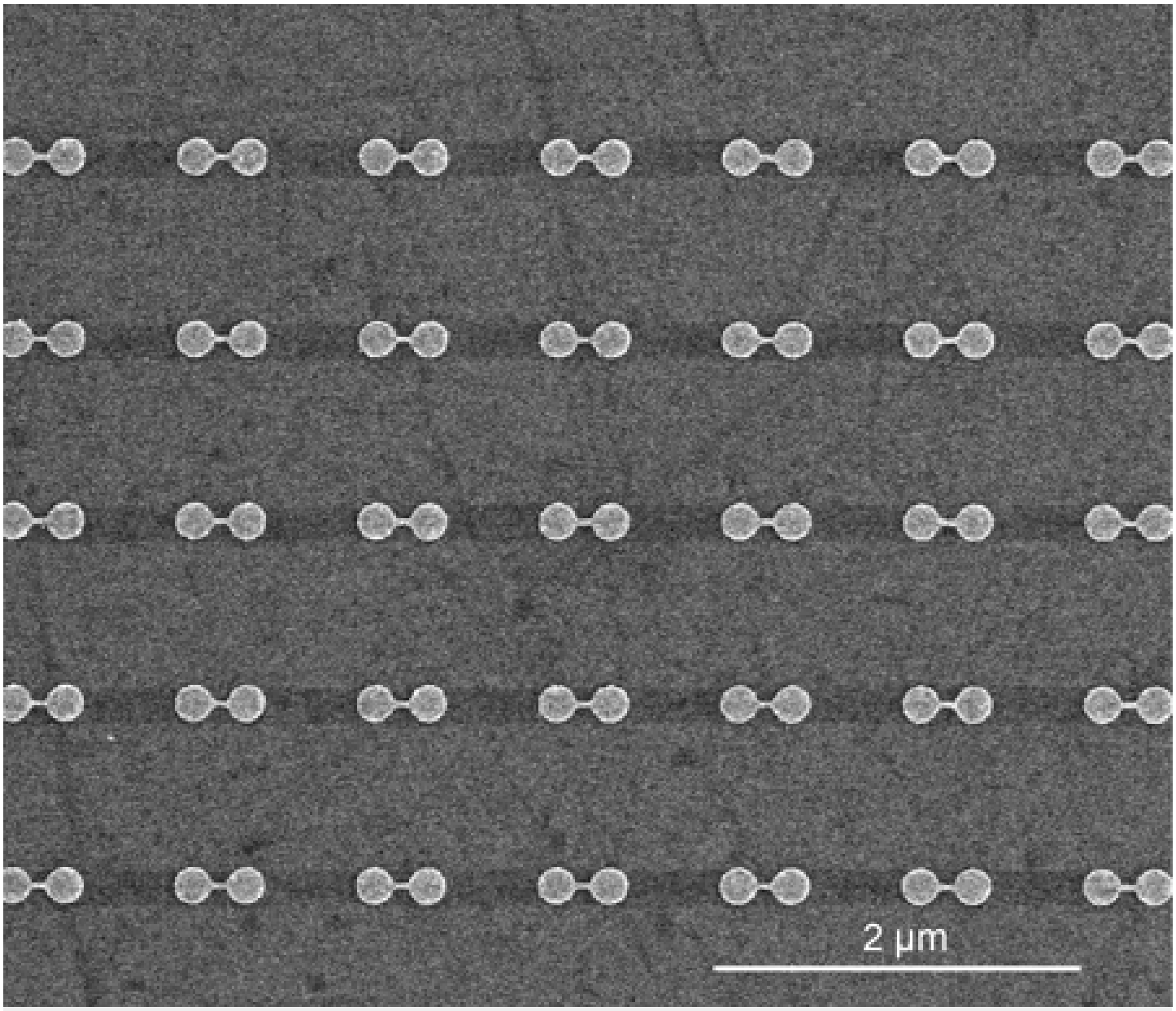
وقد قامت فان فان وين **Fangfang Wen** في البحث الجديد، وهي طالبة متخرجة من رايس وتعمل في **LANP**، باختبار الخواص البصرية لأزواج من الأقراص المتصلة. وعندما صَنعت البلازمونات في الأزواج فقد رصدت تدفق للشحنة إلى الأمام والخلف على طول

السلك في مجال الترددات البصرية. وخلال فحصها لعملية انتقال شحنة البلازمونات داخل هذه الأزواج، اكتشفت الباحثة تياراً كهربائياً يتدفق على طول الوصلة ويتمتع ببصمة بصرية مميزة.

تقول وين: "في الحالة وجود السلك الموصل في الوصلة، رأينا بصمة بصرية تختلف كثيراً عن حالة غياب السلك الموصل". بعد ذلك، أجرت سلسلة من التجارب التي غيرت فيها عرض وشكل الأسلاك النانوية الجسرية (أي الواصلة بين الجسيمات) وأعادت تلك القياسات بالنسبة للأسلاك النانوية المصنعة من نوعين مختلفين من المعادن: الذهب والألمنيوم.

أدت تلك التجارب إلى اكتشافين رئيسيين: الأول هو أنه عند الطرف المنخفض من مقياس الموصلية، وجدت الباحثة أنه حتى أصغر التغيرات في الموصلية تؤدي إلى انزياحات بصرية (**optical shifts**) ـ وهو اكتشاف قد يتمتع بأهمية خاصة بالنسبة لباحثي الإلكترونيات الجزيئية (**molecular – electronics**) المهتمين بقياس الموصلية في الهياكل التي يصل حجمها إلى حجم جزيء وحيد.

تقول وين: "وجدنا كذلك أن منصتنا قدمت بصمة بصرية مختلفة في الحالات التي كان فيها مستوى الموصلية نفسه، لكن كانت الوصلة المعدنية مختلفة. عندما كان لدينا أسلاك نانوية بنفس الموصلية ومصنوعة من مواد مختلفة، شاهدنا بصمة بصرية مختلفة. ولو استخدمنا نفس المادة ولكن بتشكيلات هندسية مختلفة، لشاهدنا نفس البصمة".



أزواج مترابطة من الأقراص النانوية كما تمّت مشاهدتها بالاعتماد على المسح باستخدام المجهر الإلكتروني. المصدر: Fangfang Wen/Rice University

هذه الخصوصية والتكرار قد يكونان مفيدين أيضاً للباحثين الذين يريدون استخدام هذا النهج لتحديد موصلية الأسلاك النانوية (**nanowires**)، أو المكونات الإلكترونية نانوية الحجم عند الترددات البصرية. تُضيف وين: "إنّ موصلية معظم المواد عند الترددات البصرية غير معروفة، فيُقدم هذا الأمر طريقةً عملية ومفيدة لقياس هذه الخاصية".

وتتابع: "لتخفيض حجم الإلكترونيات إلى أحجام تتجاوز حدود اليوم، فإن العلماء يُريدون دراسة الانتقال الإلكتروني داخل الجزيء الواحد، وخصوصاً عند الترددات البصرية المرتفعة. لا يُمكن قياس مثل هذه التغيرات باستخدام الأجهزة الإلكترونية القياسية أو الأدوات التي تعمل عند الترددات الميكروية، ويُقدم بحثنا منصة عمل جديدة لإجراء قياسات الموصلية عند الأحجام النانوية في مجال الترددات البصرية".

تقديراً لقدرة هذا البحث على تحسين **"حياة الناس عبر تحويل الطاقة الكيميائية"**، صنفت الجمعية الأمريكية للكيمياء هذه الورقة العلمية

في فئة "**اختيار محرري ACS**" مما يجعلها متاحة للعامة على الإنترنت مجاناً.

- التاريخ: 2015-06-17
- التصنيف: فيزياء

#البلازمون #الجسيمات النانوية #الاجهزة النانوية #الرقاقات الميكروية

المصطلحات

- **الأسلاك النانوية (nanowires)**: هي عبارة أن أسلاك أبعادها من رتبة النانومتر.
- **البلازمون (plasmons)**: هو "كم" الاهتزاز في البلازما، ويُمكن النظر إليه على أنه شبه جسيم لأنه ينتج عن "تكميم" اهتزازات البلازما، بشكلٍ مشابه لتكميم الفونونات في الاهتزازات الميكانيكية.
- **الأيونات أو الشوارد (Ions)**: الأيون أو الشاردة هو عبارة عن ذرة تم تجريدها من الكترون أو أكثر، مما يُعطيها شحنة موجبة.وتسمى أيوناً موجباً، وقد تكون ذرة اكتسبت الكتروناً أو أكثر فتصبح ذات شحنة سالبة وتسمى أيوناً سالباً

المصادر

- news.rice
- الورقة العلمية

المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- مُراجعة
  - فراس الصفدي
- تحرير
  - إيمان العماري
- تصميم
  - سلام دللو
- نشر
  - مي الشاهد