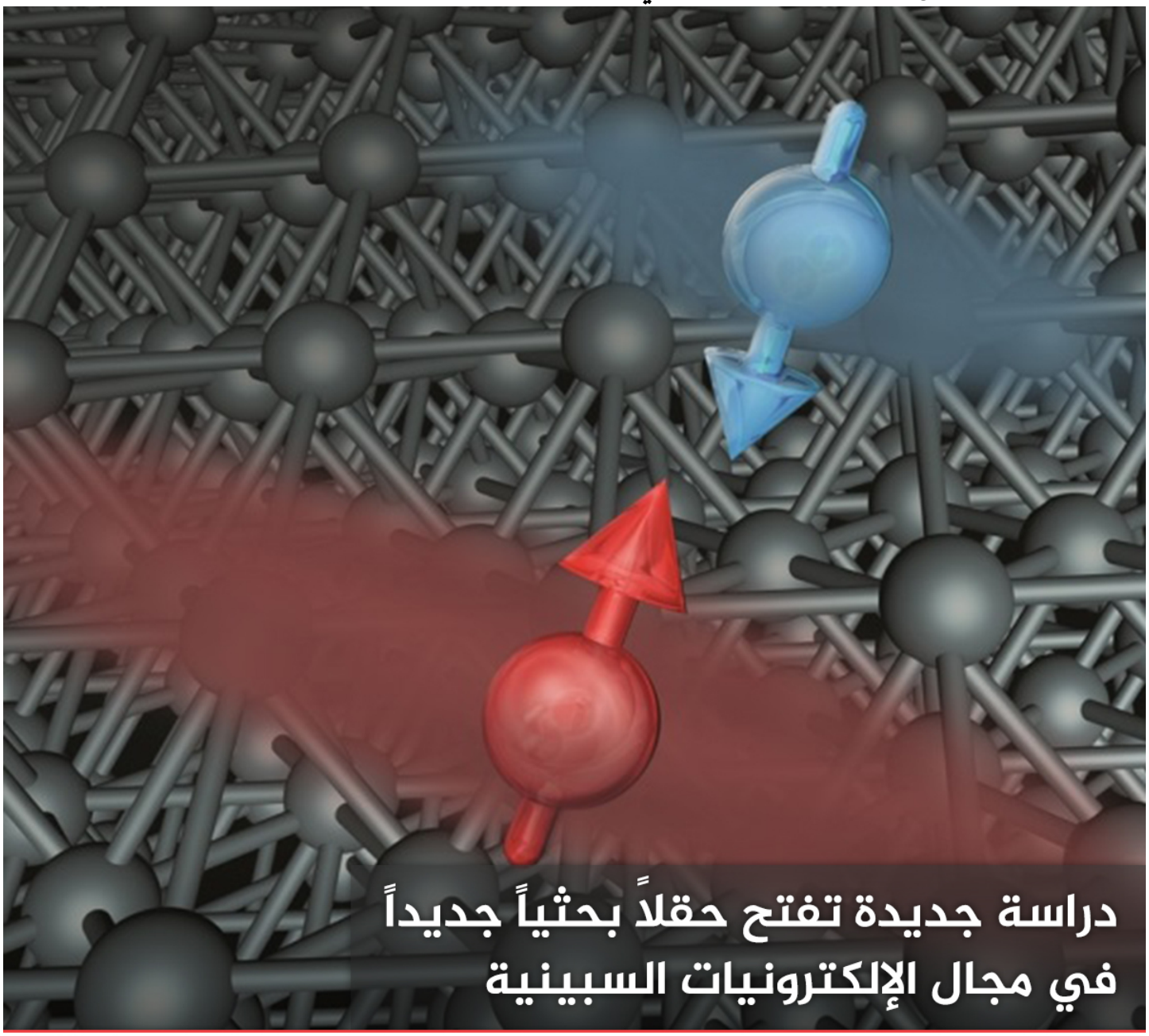
دراسة جديدة تفتح حقلاً بحثياً جديداً في مجال الإلكترونيات السبينية



يمكن قياس الفرق في الموصلية بين الإلكترونات ذات السبينات المتعاكسة في المعادن الفيرومغناطيسية بدقة باستخدام الأمواج ذات التردد من رتبة التيراهرتز.

المصدر: معهد ماكس بلانك لأبحاث البولميرات MPI-P

رصد الموصلية الكهربائية مضبوطة السبين في المعادن

تستطيع الذواكر الممغنطة الحديثة (**Modern magnetic memories**)، كتلك المستخدمة في الأقراص الصلبة الموجودة في معظم

حواسيب اليوم، تخزين كمياتٍ كبيرة من المعلومات، وذلك بفضل حساسات مغناطيسية نانوية الحجم تُستخدم لقراءة الذواكر.

تعتمد عملية هذه الحساسات المغناطيسية، والمعروفة بالصمامات السبينية (**spin-valves**)، على تأثير مقاومة مغناطيسية هائلة (**magnetoresistance**) أو اختصاراً **GMR**، والتي حصل مخترعوها ألبرت فيرت **Albert Fert** وبيتر غرونبيرغ **Peter Gruenberg** على جائزة نوبل في الفيزياء عام 2007.

ويعتبر تأثير **GMR** مبنياً على فكرة التوصيل الكهربائي في المعادن الفيرومغناطيسية المُقترحة من قبل السير نيفل إف موت **Nevill F. Mott** في بدايات العام 1936. ووفقاً لتصور موت، فإن الإلكترونات المُوصلة في المعادن الفيرومغناطيسية تُعاني من تشتت يتعلق بعزمها المغناطيسي الميكروسكوبي، أو ما يُعرف بالسبين (**spin**).

ويعني ذلك أن الإلكترونات التي تمتلك اتجاه سبين معين تتشتت بشكلٍ أقل، وبالتالي تكون مُوصلة بشكلٍ أكبر مقارنةً مع الإلكترونات التي تمتلك اتجاهات متعاكسة للسبين. يتضخم هذا اللاتناظر في السبين (**spin-asymmetry**) في التوصيل الإلكتروني بشكلٍ كبير عندما يجري جمع الأفلام الرقيقة الفيرومغناطيسية مع المعادن غير المغناطيسية لتشكيل صمام سبيني تصير داخله الممانعة الكهربائية حساسة جداً للحقل المغناطيسي، مما يؤدي إلى حصول تأثير **GMR**.

وعلى الرغم من أن موصلية موت المستقلة عن السبين هي إحدى أساسيات الذواكر المغناطيسية والعديد من التقنيات الأخرى، إلا أنّ الرصد المباشر لها لطالما شكّل تحدياً لزمنٍ طويل.

وفي الواقع لا يمكن تحديد العوامل الأساسية لموصلية موت ـ زمن تشتت الإلكترونات ذات اللف الذاتي المستقل وكثافة الإلكترونات ذات اللف الذاتي المستقلـ بشكل مباشر إلا عندما تُقاس موصلية المعدن في نفس المدة الزمنية فائقة السرعة والتي يحصل خلالها تشتت الإلكترون، وتصل تلك الفترة إلى 100 فمتوثانية (1 فمتوثانية=\(10^{-15}\) ثانية). وعلى مدار عقود من الزمن، منع هذا الامتداد الزمني التجريبي السريع جداً من رصد النقل المغناطيسي في المعادن عند المستويات الأساسية.

ومن خلال عمل مشترك بين مجموعات بحث من معهد ماكس بلانك لأبحاث البولميرات (**MPI-P**) وجامعة جوهانز غوتنبيرغ (**JGU**)، وبمساهمة من معهد فريتز هابر في مجتمع ماكس بلانك، تمكن العلماء من كسر حاجز السرعة الخاص بقياسات النقل المغناطيسي الأساسية، وتم تحقيق هذا الإنجاز عبر استخدام طريقة تُعرف بالتحليل الطيفي فائق السرعة من رتبة التيراهرتز (**ultrafast terahertz spectroscopy**).

ويشرح هذا الأمر ديمتري تورشينوفيتش **Dmitry Turchinovich**، وهو قائد المشروع من معهد ماكس بلانك لأبحاث البولميرات، قائلاً: "عبر دراسة تفاعلات الأمواج من رتبة التيراهرتز، والتي تهتز بسرعة مساوية لسرعة تشتت كمية حركة الإلكترونات في المعدن، فقد استطعنا إجراء قياس مباشر لأول مرة لعوامل أساسية لموصلية موت (**Mott conduction**)".

ويُتابع: "لقد وجدنا بشكلٍ خاص أن القياسات التقليدية التي تم إجراؤها عند سلالم زمنية أبطأ قد أعطت تقديرات ضئيلة للاتناظر السبين في تشتت الإلكترونات المسؤول عن عملية الاستشعار المغناطيسي".

ويُضيف هذا العمل أداة جديدة وقوية "التحليل الطيفي فائق السرعة من رتبة التيراهرتز" إلى دراسات السبينترونيك (**spintronics**) (وهي الإلكترونيات الدورانية أو السبينية)، مما يفتح حقلاً واسعاً من الأبحاث الجديدة في مجال الإلكترونيات الدورانية من رتبة التيراهرتز.

- التاريخ: 2015-08-15

- التصنيف: فيزياء

#البولميرات #الإلكترونيات السبينية #الرقيقة الفيرومغناطيسية #رتبة التيراهرتز #السبينترونيك

المصطلحات

- **التحليل الطيفي (Spectroscopy)**: التحليل الطيفي ببساطة هو علم قياس شدة الضوء عند الأطوال الموجية المختلفة. وتُسمى المخططات البيانية الممثلة لهذه القياسات بالأطياف (spectra)، وهي المفتاح الرئيسي لكشف تركيب الأغلفة الجوية للكواكب الخارجية. المصدر: ناسا

المصادر

- phys.org

المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- مُراجعة
  - أسماء مساد
- تحرير
  - نداء البابطين
  - فراس الصفدي
- تصميم
  - وائل نوفل
- نشر
  - مي الشاهد