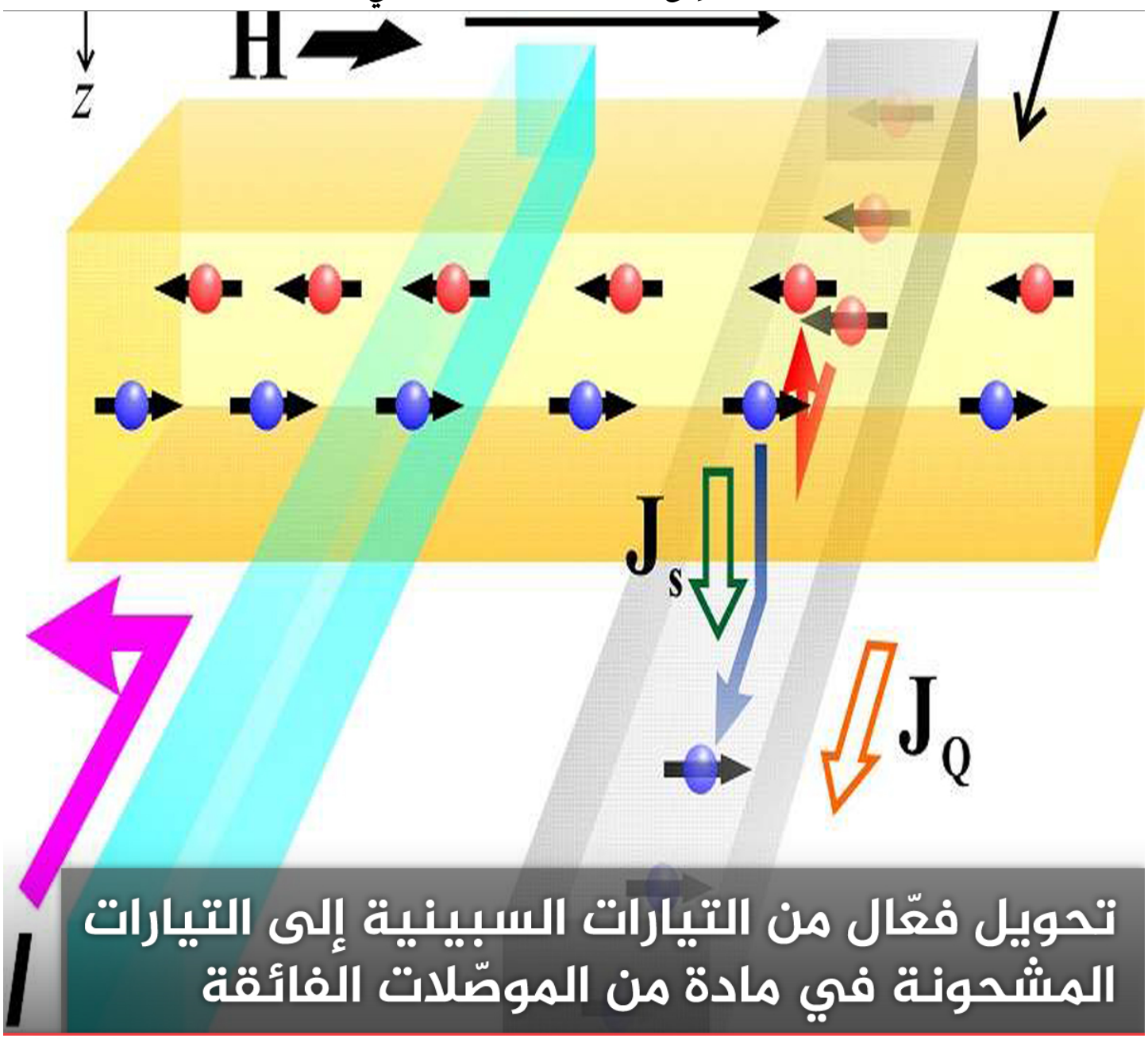
تحويل فعّال من التيارات السبينية إلى التيارات المشحونة في مادة من الموصّلات الفائقة



مخطط يُوضح جهاز قياس SHE في تيار سبيني محقون في مادة موصلة فائقة.

المصدر: Taro Wakamura

للمرة الأولى على الإطلاق، نجحت مجموعة بحثية من جامعة طوكيو في قياس مفعول هول السبيني (**spin Hall effect**) في مادة موصلة فائقة (**superconductor**)، ويُعتبر مفعول هول السبيني، الذي لم يتم فحصه بعمق في الموصلات الفائقة بعد، مسؤولاً عن تحويل التدفق المغناطيسي إلى تدفق تياري.

تُعتبر السبينترونيك، أو الإلكترونيات التي تستغل السبين (**spin**) أو اللف الذاتي الخاص بالإلكترونات، حقل أبحاث يجذب الاهتمام بشكل متزايد خلال الفترة الحالية، ويُمكّننَا هذا المجال من نقل المعلومات والتلاعب بها، مع معدّلات أقل من استهلاك الطاقة، وذلك بسبب إيقاف مفعول جول الحراري (**Joule heating effect**) عبر استخدام تيارات سبينية نقية، وهي تدفق مكون من عزم كمية الحركة الزاوية السبيني للإلكترونات دون وجود تدفق لأي تيار مشحون.

يُمكن توليد التيارات السبينية النقية وكشفها بواسطة مفعول هول السبيني (**SHE**)، وتعتمد سعة **SHE** على المادة، وكلما كان **SHE** أكبر، كانت فعالية التحويل بين التيار المشحون والتيار السبيني أكبر، ونتيجةً لذلك، أجريت الكثير من الدراسات لاكتشاف المواد التي تتمتع بـ **SHE** أكبر.

في الوقت الذي تُعتبر فيه معادنٌ عاديةٌ مثل البلاتينيوم والتنغستين مرشحين واعدين للحصول على قيم مرتفعة لـ **SHE**، فقد حصلت الموصلات الفائقة على القليل من الاهتمام في مجال البحث عن قيم مرتفعة لـ **SHE**.

وقد ذكرت مجموعة البحث التابعة للدكتور أوتاني من "**معهد فيزياء الحالة الصلبة**"، أنهم رصدوا **SHE** في مادة موصلة فائقة للمرة الأولى، حيث حضّرت المجموعة جهازاً باستخدام نتريد النيوبيوم، وقاست **SHE** في الحالات العادية والموصلة الفائقة. وعبر استغلال الميزة الإلكترونية الاستثنائية للموصلات الفائقة، فإن **SHE** يُصبح في الحالة الموصلة الفائقة أكبر بحوالي 2000 مرة مما هو الحال عليه في الوضع العادي.

تُقدم هذه النتيجة الكثير على طريق الوصول إلى الدارات المنطقية السبينية (**spin logic circuits**) والتطوير المستقبلي لأجهزة سبيترونيك الموصلة الفائقة.

- التاريخ: 2015-07-06
- التصنيف: فيزياء

#الموصلات الفائقة #اجهزة سبيترونيك #spin

المصطلحات

- **الدارات المنطقية السبينية (spin logic circuits)**: هي الدارات التي تعتمد على تيارات السبين ومفعول هول الكمومي مقارنةً بالبوابات المنطقية الكلاسيكية التي تعتمد على الإلكترونات.
- **مفعول هول السبيني (spin Hall effect)**: تحدث هذه الظاهرة عندما تخضع الإلكترونات لشروط ثلاثة معينة في الوقت نفسه: فهي حبيسة سطح فاصل بين بلورتين شبه موصلتين، بحيث إنها لا تستطيع الحركة إلا في بعدين فقط «منبسط»، ومبرَّدة حتى درجات حرارة قريبة من الصفر المطلق، وخاضعة لحقل مغنطيسي عال. يُسبب الحقل المغنطيسي جَرْف الإلكترونات جانبيا بالنسبة لاتجاه جريان التيار. فينشأ نتيجة لذلك قلطية (جهد) جانبية أو قوة تدفع الإلكترونات جانبيا. وإذا ازداد الحقل المغنطيسي ازدادت هذه القلطية أيضا، ولكن ليس بصورة خطية، بل سيزداد بصورة دَرَجية بالضبط. تدعى هذه الظاهرة مفعول هول الكمومي

وتُعدّ سمة (بصمة) لطور مميز جديد للمادة.

- **مادة فائقة الموصلية (superconductor)**: هي مادة قادرة على نقل الإلكترونات أو إيصال الكهرباء دون وجود أي مقاومة.

المصادر

- phys.org
- الورقة العلمية

المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- مُراجعة
  - فراس الصفدي
- تحرير
  - محمد وليد قبيسي
- تصميم
  - محمد منور
- نشر
  - مي الشاهد