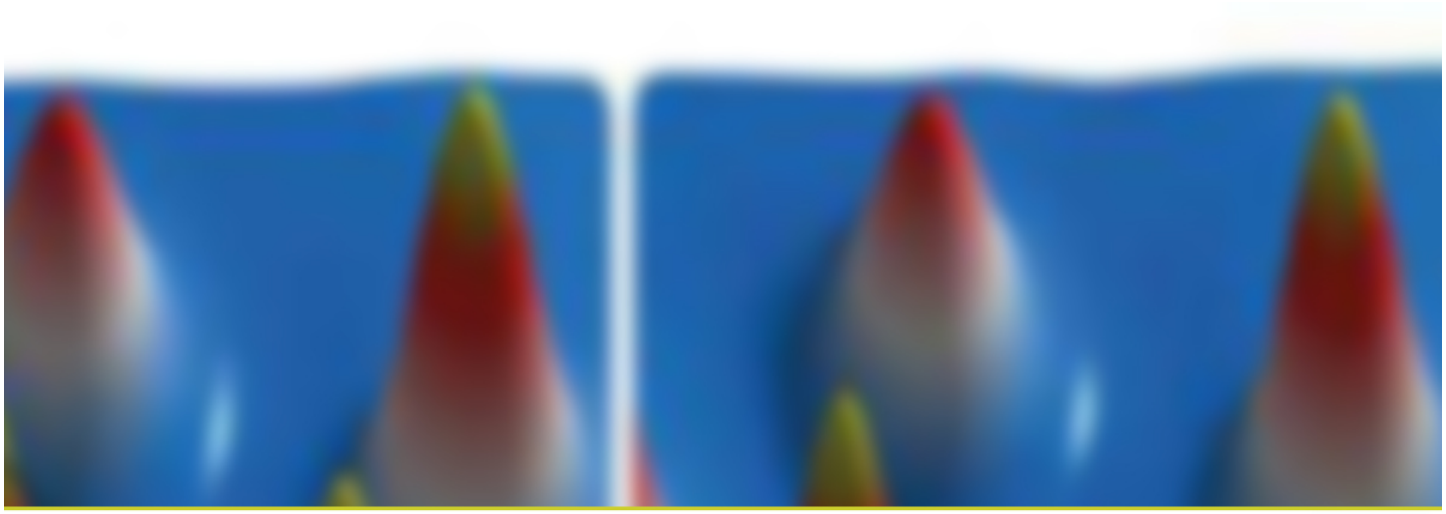
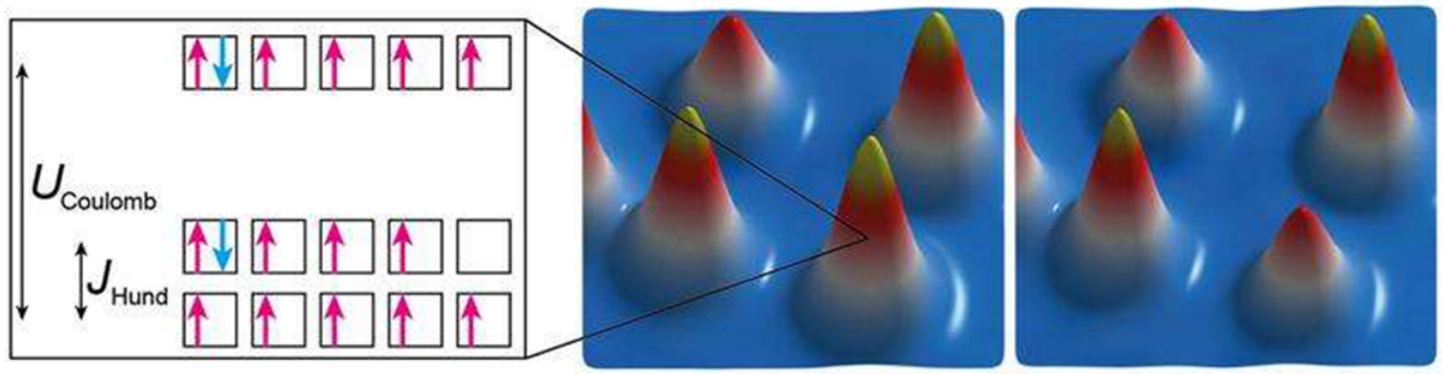
التحقق من اللبنات الأساسية لمعدن "هوند"





www.nasainarabic.net
@NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic

الصورة اليسرى: احتلال خمسة مدارات إلكترونية (المربعات) لإحدى الذرات مع خمسة أو ستة من إلكترونات البَرم التصاعدي (السهام أرجوانية اللون) أو البَرم التنازلي (السهام سماوية اللون) وذلك وفقاً لقاعدة هوند. من أجل إضافة الإلكترون السادس إلى هذه المدارات يجب أن يتم الدفع بطاقة UCoulomb بسبب التنافر الكهربائي المتبادل للإلكترونات سالبة الشحنة. مع ذلك، إذا قام أحد الإلكترونات بتغيير دورانه الغزلي من الأعلى إلى الأسفل، فيجب أن يتم أيضاً الدفع بطاقة تسمى جي هوند JHund.

الصورة في المنتصف: صورة مجهر النفق المسحي لذرة الحديد (الشكل المخروطي ذي الطرف الأحمر) بالإضافة إلى 3 من جسيمات الحديد–الهيدروجين (المخاريط ذات الطرف الأصفر) الموجودة على سطح البلاتين.

الصورة اليمنى: تمت إزالة الهيدروجين من جسيمات الحديد–الهيدروجين باستخدام طرف مجهر النفق المسحي كأداة.

يعتبر فهم الآلية الفيزيائية الكامنة وراء عمل المُوصِّلات الفائقة عالية الحرارة خطوةً رئيسيةً نحو صناعة موصلاتٍ فائقةٍ تكون درجة حرارتها مساويةً لدرجة حرارة الغرفة. إحدى الخصائص والجوانب المميزة لهذه المواد هي التواجد المستمر للشحنات التي تتذبذب وتتفاعل أيضاً مع المغناطيس.

وفي مقالة نشرت في مجلة **Nature Nanotechnology** أعلن البروفيسور أليكس كاجيتوريانس **Alex Khajetoorians** من جامعة رادبود وهو المؤلف الرئيسي لهذه المقالة، عن خطوةٍ جديدةٍ نحو فهم هذه الآليات الفيزيائية. حيث أن فريق الباحثين الدولي تحقق تجريبياً ودرس اللبنات الأساسية لطوْر إلكتروني يشار إليه باسم معدن هوند **Hund's metal**، وهو عبارة عن مرحلة إلكترونية غالباً ما توجد في المُوصلات الفائقة عالية الحرارة.

تخضع الخصائص الإلكترونية للمواد الصلبة المستخدَمة في الأجهزة الإلكترونية الحالية، إلى خصائص الإلكترونات في عناصرها ومقوماتها الأساسية، أي الذرات. قبل 90 سنة مضت أدرك عالم الفيزياء الألماني فريدريك هوند **Friedrich Hund 1896 – 1997**، أن احتلال المدارات الذرية مع الإلكترونات (انظر إلى الشكل)، والتي تخضع للتنافر المتبادل بسبب شحنتها السالبة، يؤدي إلى ترتيب غريب في البرم المغزلي **spin** لهذه الإلكترونات. في الشروط العادية، بهذا المعنى للدوران المتناوب للحركة المغزلية للإلكترونات، فإن الإلكترونات تميل جميعها إلى الدوران في نفس الاتجاه، وذلك وفقاً لقاعدة عامة تسمى بـ: قاعدة هوند **Hund's rule**.

التنقل بين الإلكترونات

وحيث أن تيار الإلكترونات في الأجهزة الإلكترونية يتكون بشكل أساسي من الإلكترونات التي تنتقل من ذرة إلى ذرة أخرى مجاورة، فإن توحيد الحركة المغزلية للإلكترونات وفقاً لقاعدة هوند سيؤدي ربما إلى نتائجَ عميقة على الخصائص الإلكترونية للجهاز. تُدعى المواد المعدنية التي تخضع فيها حركة الإلكترونات إلى قاعدة هوند باسم: معادن هوند.

في الواقع، يُناقش المنظرون بأن الإلكترونات من فئة المُوصلات الفائقة التي تمت دراستها بشكل كبير مؤخراً، تتصرف بالضبط مثل معادن هوند، حيث أن الإلكترونات في هذه المواد تنتقل دون أية مقاومة، وبالتالي يمكنها أن تتدفق من خلال هذه المعادن دون أي خسارة في الطاقة.

الموصلية الفائقة

وحتى الآن، تدفُّق الإلكترونات عبر الموصلات الفائقة يمكِّنها من البقاء في درجات الحرارة المنخفضة لهذه المواد، لذلك فالأجهزة المماثلة بحاجة إلى أن يتم تبريدها إلى درجات حرارة تتواجد عادة فقط في الفضاء الخارجي. وبناءً عليه، يسعى المجتمع العلمي بكل جهده لإيجاد موادَ جديدة، من المأمول أنها قادرة على إظهار الموصلية الفائقة ضمن الظروف المحيطة، وهذا بالطبع من شأنه أن يحل إحدى أهم المشكلات الملحّة في العصر الحالي لتكنولوجيا المعلومات. ومع ذلك، من أجل بحثٍ موجهٍ يستهدف العثور على مثل هذه المواد، يجب فهم خصائص الإلكترون في العناصر الأساسية لمعدن هوند بشكل مُفصَّل، وهذا المطلب لا يزال غير متحقق إلى الآن.

فهم مُفصَّل

في الوقت الحالي، تمكّن فريق من التجريبيين وواضعي النظريات من جامعة هامبورغ بالتعاون مع جامعة بريمين وجامعة ريدبود إضافة إلى معهد الفيزياء التابع لأكاديمية العلوم التشيكية، من التحقق من المكونات الأساسية تجريبياً، والتي عملت على صك شوائب هوند عن

طريق وضع وترسيب جسيمات الحديد والهيدروجين على سطح البلاتين (أنظر الشكل).

استخدام الطرف كأداة

وعلاوة على ذلك، كان باستطاعة الفريق أن يُزيل جسيمات الهيدروجين من شوائب هوند باستخدام طرف مجهر النفق المسحي كأداة. وقد وجد العلماء أن إزالة أو ربط الهيدروجين له عواقبُ وخيمة على الخصائص الإلكترونية لشوائب هوند، والتي قاموا بدراستها بشكل مفصل عن طريق مقارنة البيانات التجريبية مع نظام محاكاة تجريبي للحافة القاطعة. وفي الخطوة التالية، يأمل الباحثون أن يكونوا قادرين على جمع العديد من شوائب هوند عبر تقريبها من بعضها البعض، وذلك مرة أخرى عن طريق استخدام طرف مجهر النفق المسحي كأداة. وهذا الأمر من شأنه أن يسمح بإجراء عملية جمع لمعادن هوند، حيث من المأمول أن تمنحنا دراستها نظرةً ذات صلةٍ بعملية التطوير التي تستهدف المواد التي تدخل في صناعة المُوصلات الفائقة عالية الحرارة.

- التاريخ: 2015-10-12
- التصنيف: فيزياء

#الموصلات الفائقة #جي هوند JHund #معادن هوند

المصادر

- phys.org
- الورقة العلمية

المساهمون

- ترجمة
  - سومر عادلة
- مُراجعة
  - خزامى قاسم
- تحرير
  - سارية سنجقدار
  - منير بندوزان
- تصميم
  - وائل نوفل
- نشر
  - مي الشاهد