Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 101 (2010)
Heft: 8

Rubrik: Inspiration

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

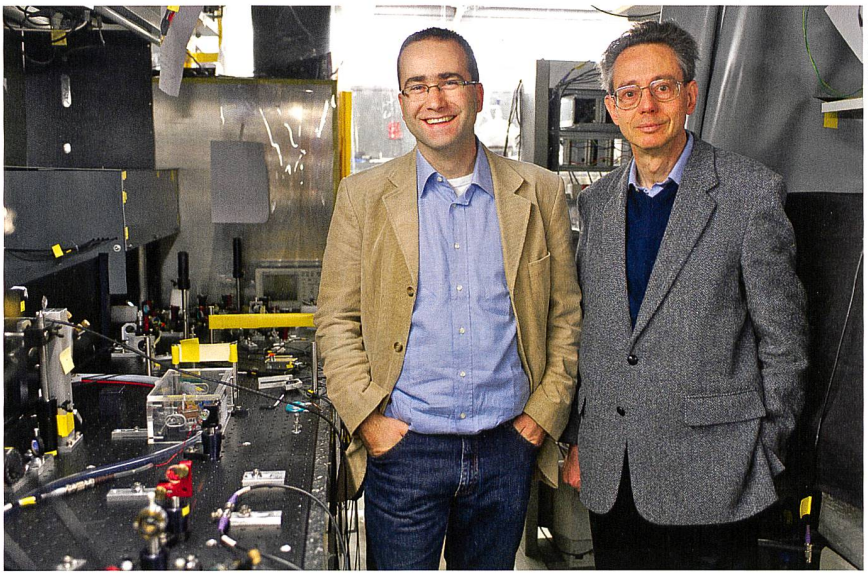
INSPIRATION

Das Proton – kleiner als gedacht

Forscherteam erhält unerwartet kleinen Protonenradius mittels hochpräziser Spektroskopie von exotischem Wasserstoff

Das Proton ist noch kleiner als bisher angenommen. Dies ergaben Messungen, die jetzt ein Forscherteam am Paul-Scherrer-Institut (PSI) im schweizerischen Villigen unter Beteiligung von Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik in Garching bei München und des Instituts für Strahlwerkzeuge (IFSW) der Universität Stuttgart durchgeführt hat (Nature, 8. Juli 2010).

Noch rätseln die Wissenschaftler, wie diese Diskrepanz zu deuten ist. Letztendlich könnte das Ergebnis sogar die Gültigkeit der fundamentalen Theorie der Wechselwirkung von Licht und Materie infrage stellen, die bis heute jeder Überprüfung standgehalten hat; sie könnte aber auch eine Änderung der bislang am genauesten bekannten Naturkonstanten implizieren. Für die neue Messung erzeugten die Wissenschaftler eine exotische Variante von Wasserstoff, bei der statt eines Elektrons ein negativ geladenes Myon den Atomkern, das Proton, umkreist. Da das Myon rund 200-mal schwerer als das Elektron ist, kommt es dem Proton viel näher und «spürt» buchstäblich dessen Ausdehnung. Mit einem speziell dafür entwickelten Laser und einer neuartigen, vom PSI entwickelten Myonenquelle vermochten die Physiker diesen Effekt quantitativ zu bestimmen und den Protonenradius daraus mit höchster Präzision zu ermitteln.



PSI/M. Fischer

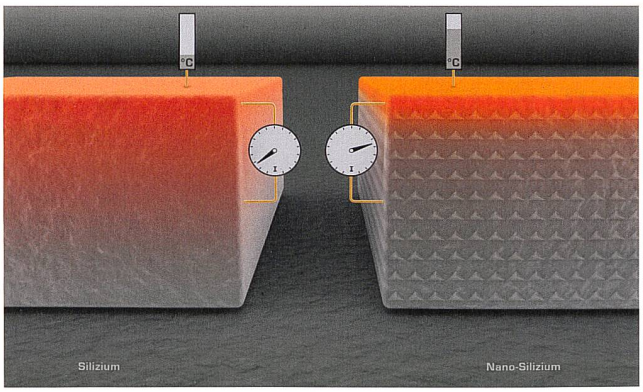
Die PSI-Forscher Aldo Antognini (links) und Franz Kottmann in der «Laserhütte». Hier wird das Laserlicht für die Experimente zum Protonenradius erzeugt.

Bereits in den 70er-Jahren kam die Idee auf, diese Untersuchungen an myonischem Wasserstoff durchzuführen. Dass von der Idee bis zur Realisierung eines solchen Experiments fast 40 Jahre vergingen, liegt an den vielen Hürden, die auf diesem Weg zu nehmen waren. «Um überhaupt eine Chance zu haben, den gesuchten Übergang zu messen, mussten wir an der Verfeinerung mehrerer experimenteller Komponenten gleichzeitig arbeiten», erklärt Dr. Franz Kottmann vom PSI, einer der Initiatoren des Experiments. In einem gemeinsamen Kraftakt mehrerer Forschergruppen, die jeweils ihre Expertise auf den Gebieten der Beschleunigerphysik, der Atomphysik sowie der Laser- und Detektortechnologien einbrachten, gelang schliesslich der Durchbruch. No

Silizium kann jetzt noch mehr

Einen wesentlichen Teil seines Erfolgs verdankt Silizium seiner guten Wärmeleitfähigkeit. Wärme, die durch den Stromfluss in Chips entsteht, kann effizient abgeleitet werden. Die Wärmeleitfähigkeit von Silizium beträgt etwa 150 W/m·K und ist nicht viel niedriger als die von Metallen wie Aluminium (250 W/m·K). Deshalb konnte Silizium bisher nicht in der Thermoelektrik eingesetzt werden. Hier werden Materialien mit niedriger Wärmeleitfähigkeit gesucht, um Wärme – beispielsweise Abwärme – in Strom umzuwandeln.

In Zukunft könnte die Thermoelektrik eine ähnliche Klimaschutzrolle spielen wie die Solartechnik. Deshalb rückt die Frage nach geeigneten thermoelektrischen Materialien immer mehr in den Fokus. Gern würde man dabei auf das bekannte Silizium zurückgreifen. Forscher haben ein Verfahren entwickelt, das die Wärmeleitfähigkeit von Silizium unter 1 W/m·K senken kann – niedriger als ein doppelt verglastes Fenster. Dabei werden Nanokristalle aus Germanium in Silizium eingebettet, die die Wärmeleitung effizient unterbinden. No



IFW Dresden

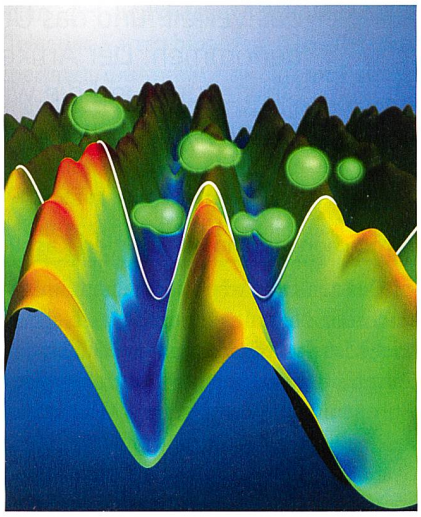
Nanokristalle aus Germanium machen aus Silizium einen thermischen Isolator.

INSPIRATION

Exploration à l'intérieur des molécules

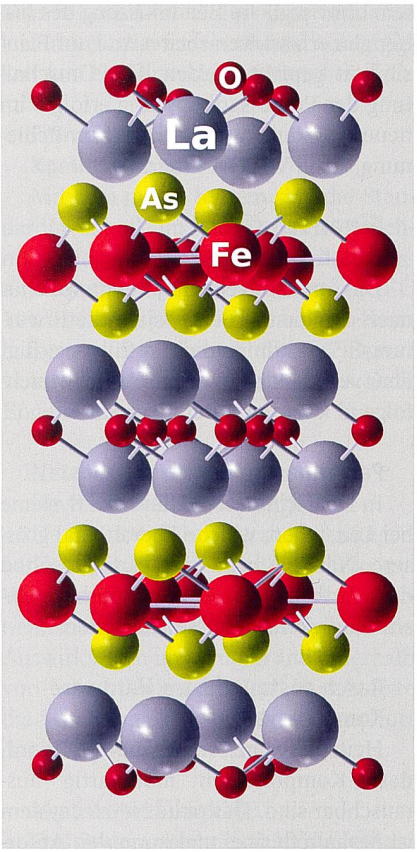
S'ils ne veulent pas se contenter d'observer une réaction chimique, mais veulent comprendre comment elle s'opère, les scientifiques doivent connaître le comportement des électrons à l'intérieur de molécules. Jusqu'à présent, il était impossible techniquement d'observer des électrons parce qu'ils se déplacent à une vitesse inouïe. Un groupe de chercheurs européens vient cependant de réussir ce tour de force grâce à des impulsions laser d'une durée d'une attoseconde. En une attoseconde (10^{-18} s), la lumière parcourt moins d'un millionième de millimètre – c'est tout juste la distance d'une extrémité d'une petite molécule à l'autre. Par comparaison: en 1 s, la lumière peut faire 8 fois le tour de notre globe terrestre. En utilisant des éclairs laser de si courte durée, les physiciens peuvent « photographier » le mouvement des électrons à l'intérieur d'une molécule comme dans une séquence d'image.

Les physiciens ont commencé par étudier la molécule d'hydrogène (H_2) – puisqu'elle est celle dont la structure est la plus élémentaire. Les chercheurs voulaient déterminer comment l'ionisation se déroule précisément à l'intérieur de la molécule à laquelle un électron a été retiré et comment l'électron restant se comporte ensuite. Marc Vrakking explique son approche: « Nous avons pu montrer pour la première fois dans notre expérience qu'un laser émettant une impulsion d'une attoseconde permet effectivement d'observer le mouvement d'électrons au sein de la molécule. Il faut s'imaginer notre expérience grosso modo de la façon suivante: nous avons tout d'abord exposé une molécule d'hydrogène au rayonnement laser d'une attoseconde. Cette exposition expulse un électron de la molécule – qui subit une ionisation. Simultanément, nous avons scindé en deux la molécule avec un rayon laser infrarouge, comme avec des ciseaux microscopiques. Nous avons alors observé comment la charge se répartit entre les deux fragments – parce qu'il manque un électron, l'une des deux moitiés est neutre, l'autre est positive. Ce résultat nous a permis de conclure où se trouvait l'électron restant, à savoir dans la moitié neutre. » No


Christian Hackenberger

Dynamique des électrons dans une molécule d'hydrogène après photo-ionisation par impulsion de rayon XUV d'une attoseconde.

Physiker löst ein Rätsel um neue Supraleiter



TU Wien

Eisenpniktid-Verbindungen: Lanthanoxid (La_2O_3), Eisen (Fe), Arsen (As).

TU-Forscher Philipp Hansmann vom Institut für Festkörperphysik der Technischen Universität (TU) Wien hat das Rätsel rund um die magnetischen Momente in eisenhaltigen Supraleitern gelöst. Er hat herausgefunden, warum Rechnungen und Experimente bislang unterschiedliche magnetische Momente in diesen viel untersuchten Materialien aufwiesen.

Seit ihrer Entdeckung im Jahr 2008 sind eisenbasierte Hochtemperatur-Supraleiter (Eisenpniktid-Verbindungen, siehe Bild) die zurzeit wohl am intensivsten untersuchten Festkörper.

Forscher sprechen auch von der «Eisenzeit», die auf die «Kupferzeit» der Supraleiter mit Kupferverbindungen (Kuprate) folgt. Eisenpniktide lieferten bislang jedoch mehr Rätsel als Erklärungen.

Selbst in der normalleitenden Phase ist derzeit unklar, ob die Wechselwirkung der Elektronen untereinander eine ähnlich grosse Rolle spielt wie in Kupraten, oder ob die Elektronen sich in diesem Material weitestgehend unabhängig voneinander bewegen. Ein weiteres Rätsel stellten die magnetischen Momente dar, die in theoretischen Vorhersagen als sehr viel grösser berechnet wurden als dann im Experiment gemessen wurde.

Dieses letztere Rätsel bei Eisenpniktiden hat Philipp Hansmann während seiner Doktorarbeit nun gelöst.

Gemeinsam mit Kollegen in der Arbeitsgruppe von TU-Professor Karsten Held und Professor Ryotaro Arita, mit dem Hansmann das Projekt während eines Forschungsaufenthalts an der Universität Tokio gestartet hatte, fand er die Ursache für die sehr viel kleineren gemessenen Momente: Quantenfluktuationen. Hierdurch fluktuiert das magnetische Moment in der Zeit, sodass der Langzeit-Mittelwert sehr viel kleiner als das Kurzzeit-Moment auf der Femtosekunden-Skala ist. Während bisherige theoretische Berechnungen das Kurzzeit-Moment bestimmt haben, wurde experimentell der Langzeit-Mittelwert u. a. mit Neutronenstreuung und Myonenspin-Spektroskopie (μSR) gemessen. Die Ergebnisse wurden in der renommierten Fachzeitschrift Physical Review Letter publiziert.

Ein erstes Experiment an der Technischen Universität Dresden, das mithilfe der Röntgenabsorptionsspektroskopie das magnetische Moment auf kurzen Zeitskalen misst, bestätigt die Theorie eines sehr viel grösseren Kurzzeit-Moments. No