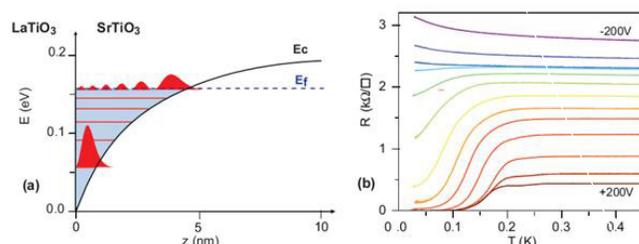


Contrôler la supraconductivité entre deux isolants avec un champ électrique

Octobre 2012

Une collaboration de physiciens vient de montrer qu'à l'interface entre les deux oxydes LaTiO_3 et SrTiO_3 se forme un gaz d'électrons à deux dimensions dont la supraconductivité à basse température peut être contrôlée par l'application d'un champ électrique.

Récemment découverts, les gaz d'électrons à deux dimensions qui se forment à l'interface entre deux oxydes ouvrent de nombreuses perspectives pour l'électronique. Ils présentent une bien plus grande variété de propriétés physiques que les gaz d'électrons présents dans les hétérostructures de semi-conducteurs, avec notamment un ordre magnétique ou l'apparition de supraconductivité. Une collaboration de physiciens du Laboratoire de Physique et d'Etude des Matériaux - LPEM (CNRS/ESPCI-ParisTech/UPMC), du Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses - LNCMI (CNRS/INSA Toulouse/Univ. Toulouse 3/Univ. Joseph Fourier Grenoble) et du département de physique de l'Université de Kanpur (Inde) vient de montrer que dans le cas de l'hétérostructure d'oxydes isolants $\text{LaTiO}_3/\text{SrTiO}_3$, il se forme un tel gaz bidimensionnel d'électrons de grande mobilité. A basse température, ce gaz présente une supraconductivité qu'il est possible de contrôler grâce à un champ électrique. Ce travail, publié dans la revue *Physical Review Letters* ouvre la voie à de nombreuses études, en particulier celle des transitions de phase quantique à température nulle.



A gauche : Puits de potentiel formé par la courbure de la bande de conduction (E_c) du SrTiO_3 à l'interface avec LaTiO_3 . Les sous-bandes d'énergies discrètes sont remplies jusqu'au niveau de Fermi E_f . L'enveloppe de la fonction d'onde électronique de la première et celle de la dernière bande remplies sont représentées en trait plein

A droite : Courbes de résistance en fonction de la température, mesurées pour différentes tensions de grille, montrant la transition entre l'état supraconducteur et l'état isolant.

L'hétérostructure $\text{LaTiO}_3/\text{SrTiO}_3$ est obtenue en faisant croître un cristal de LaTiO_3 de quelques monocouches atomiques sur un substrat de SrTiO_3 . Bien que ces deux oxydes soient isolants, un gaz bidimensionnel d'électrons se forme à leur interface. En-dessous d'une température critique d'environ 300 mK, ce gaz condense dans un état supraconducteur de résistance nulle. La mesure des champs magnétiques critiques parallèle et perpendiculaire à l'hétérostructure a permis de déduire que le gaz est confiné sur une épaisseur inférieure à 10 nm et confirmer ainsi son caractère bidimensionnel. En réalisant des mesures d'effet Hall sous très fort champ magnétique au LNCMI de Toulouse, les physiciens ont mis en évidence l'existence de deux types de porteurs de charge dans le gaz. Une majorité d'électrons peu mobiles sont confinés très près de l'interface tandis qu'une minorité d'électrons très mobiles s'étendent davantage dans le SrTiO_3 . En corrélant les mesures d'effet Hall et de la température de transition critique en fonction de la tension de grille, les physiciens du LPEM ont montré que les responsables de la supraconductivité du gaz d'électrons sont ces électrons mobiles. En changeant la tension d'une grille métallique déposée sur la face arrière du substrat, il est possible de retirer ces électrons ou d'en injecter un plus grand nombre. Cette modulation de la densité électronique permet alors de faire passer le gaz électronique d'un état isolant à un état supraconducteur.

En savoir plus

Two-Dimensional Superconducting Phase in $\text{LaTiO}_3/\text{SrTiO}_3$ Heterostructures Induced by High-Mobility Carrier Doping J. Biscaras¹, N. Bergeal¹, S. Hurand¹, C. Grossetête¹, A. Rastogi², R. C. Budhani^{2,3}, D. LeBoeuf⁴, C. Proust⁴ et J. Lesueur¹, *Phys. Rev. Lett.* 108, 247004 (2012).

Retrouvez l'article de la publication sur la [base ouverte ArXiv](#).

Contact chercheur

Nicolas Bergeal, maître de conférences ESPCI

Jérôme Lesueur, professeur ESPCI

Informations complémentaires

- ¹Laboratoire de Physique et d'Etude des Matériaux (LPEM), Paris CNRS - ESPCI-ParisTech - UPMC
- ²Department of Physics, Indian Institute of Technology Kanpur, India
- ³National Physical Laboratory, New Delhi, India
- ⁴Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses (LNCMI), Toulouse CNRS - INSA Toulouse - Univ. Toulouse 3 - Univ. Joseph Fourier Grenoble