

Équation d'état et distribution de défauts de densité lors de la formation d'un quasi-condensat d'excitons

Les excitons dipolaires dans l'arséniure de gallium (GaAs) constituent un système modèle pour étudier les états collectifs dans un semiconducteur à 2 dimensions. En effet, ces excitons à fort moment dipolaire possèdent de très longs temps de vie, ce qui leur permet de se thermaliser à très basse température. Un gaz d'excitons dipolaires peut alors réaliser un quasi-condensat bidimensionnel (état macroscopiquement cohérent). À l'INSPI, une série d'expériences, en collaboration avec le C2N et l'université de Grenoble, a été conduite afin de quantifier thermodynamiquement la quasi-condensation des excitons dipolaires confinés dans un piège électrostatique, tout comme la topologie de cette transition de phase. Ces travaux marquent une étape encourageante en vue d'une démonstration de la théorie de Berezinskii-Kosterlitz-Thouless avec un gaz d'excitons dipolaires.

Soumis à un champ électrique, un double puits quantique de GaAs permet d'imposer une séparation spatiale entre électrons et trous, qui sont confinés chacun dans un plan distinct. L'interaction coulombienne entre ces porteurs de charges opposées conduit alors à la formation d'excitons caractérisés par leur fort moment dipolaire électrique, d'où leur appellation d'excitons dipolaires. Depuis quelques années, des travaux expérimentaux conduits à l'INSPI ont mis en évidence la condensation des excitons dipolaires en dessous d'un degré Kelvin.

Ici, la formation de l'état condensé est caractérisée par son équation d'état, c'est-à-dire par la variation de la densité d'excitons dans l'espace des phases en fonction du potentiel chimique. Mesurer l'équation d'état a notamment permis de quantifier la force des interactions dipolaires entre excitons qui, jusque là était encore mal connue. Ensuite, en corrélant la distribution spatiale des défauts de densité dans un gaz froid d'excitons, à moins d'un degré Kelvin, avec son degré de cohérence spatiale, nos travaux ont montré que l'apparition d'un quasi-condensat s'accompagne d'une forte déplétion de la densité de défauts. Cette corrélation est attendue dans le cadre de la théorie de Berezinskii-Kosterlitz-Thouless qui régit la quasi-condensation à deux dimensions.

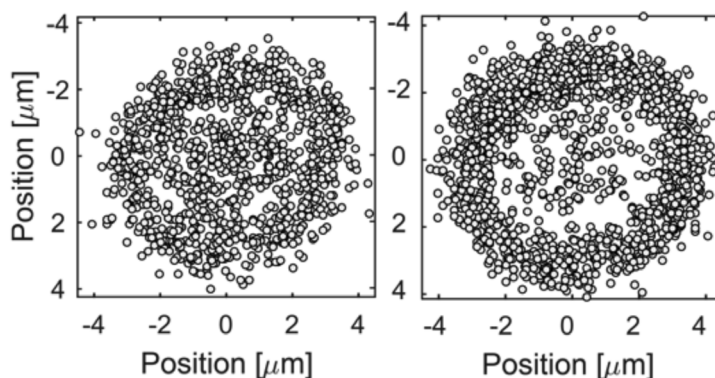


Figure 1
Variation de la distribution de défauts de densité dans le régime normal (gauche) et dans le régime où un quasi-condensat apparaît au centre d'un piège électrostatique confinant un gaz d'excitons dipolaires (droite).

Des analyses ultérieures permettront peut-être de montrer des signatures directes de cette théorie célébrée par le prix Nobel 2016.

Référence

Defect Proliferation at the Quasicondensate Crossover of Two-Dimensional Dipolar Excitons Trapped in Coupled GaAs Quantum Wells

Suzanne Dang, Romain Anankine, Carmen Gomez, Aristide Lemaître, Markus Holzmann, François Dubin
Phys. Rev. Lett. 122, 117402 – Published 22 March 2019
DOI: 10.1103/PhysRevLett.122.117402

Contact

François Dubin : francois.dubin@insp.jussieu.fr