

Superconductivité topologique et calculs quantiques topologiques

Kaori Tanaka

Abstract

Les symétries et la topologie sont les clefs pour comprendre les propriétés des matériaux. La topologie dans la physique de la matière condensée a une longue histoire : cela a joué un rôle crucial dans la classification des défauts topologiques dans les systèmes de matière condensée, notamment pour les textures non-triviales dans les espaces de configuration réels. L'effet Hall quantique entier découvert en 1980 est un premier exemple de phase d'isolants topologique (TI) de dimension deux où la non-trivialité topologique est réalisée dans l'espace d'Hilbert des états quantiques. Depuis les premières prédictions théoriques des TIs en trois dimensions et les découvertes expérimentales subséquentes dans les dix dernières années, il y a eu un engouement tant théorique qu'expérimental dans le domaine des isolants topologiques et des superconducteurs. Une des conséquences significatives de la superconductivité topologique est que les particules de Majorana peuvent émerger comme excitations élémentaires. Les particules de Majorana, des particules à charge nulle qui sont leur propre antiparticule, ont longtemps été recherchées dans le domaine de la physique à haute énergie, mais leur détection en tant que particules élémentaires reste un défi à ce jour. Ces particules sont protégées par la topologie inhérente du système et elles obéissent à des statistiques non-abéliennes, ce qui ouvre la porte à de nouvelles méthodes pour le traitement de l'information quantique. Ainsi, créer et contrôler des particules de Majorana dans les systèmes de matière condensée ne serait pas seulement une percée majeure en physique théorique, mais pourrait aussi mener à la réalisation de calculs quantiques évolutifs résistant aux erreurs topologiques. Dans cet exposé, je présenterai le concept de propriétés topologiques des matériaux et discuterai de l'utilisation des particules de Majorana dans les calculs quantiques.