

Oferta de Beca Doctoral ya otorgada (ANPCyT - PICT 2018)

Berry, Hubbard y Hall: geometría cuántica y correlaciones electrónicas en el efecto Hall anómalo

La topología es una rama de las matemáticas que se enfoca en las propiedades de un cuerpo que se mantienen invariantes ante pequeñas transformaciones. Por ejemplo, se interesa por el número de agujeros que un cuerpo tiene y no por los ángulos que definen sus bordes. Así, para la topología, un cubo y una esfera son equivalentes entre sí y, a su vez, ambos son diferentes a un anillo.

En la física, la topología aparece en variados contextos. Quizá el más familiar es el teorema de Gauss, que establece una relación entre el flujo del campo eléctrico a través de una superficie cerrada y el número neto de cargas eléctricas que habita en su interior. En este caso, por ejemplo, la forma de dicha superficie es irrelevante. En materia condensada, el efecto Hall cuántico es quizá el caso más paradigmático donde la topología es esencial para su comprensión. Este efecto ocurre en gases de electrones bidimensionales bajo un campo magnético externo y consiste en la aparición en la conductancia Hall de plateaus como función del campo magnético donde su valor se mantiene invariable. Notablemente, este valor está asociado a un invariante topológico de la estructura electrónica, llamado número de Chern.

En los últimos diez años, el estudio de las propiedades electrónicas en materiales reales ha dado un vuelco al comprenderse que aspectos topológicos similares al presente en el efecto Hall cuántico son relevantes para un sinnúmero de materiales relativamente cotidianos. Puede decirse que esto ha aproximado la topología a la ciencia de materiales. Este vuelco se ha materializado en el hallazgo de diversas fases de la materia electrónica que son clasificadas de acuerdo a propiedades topológicas de la estructura electrónica. Ejemplos de fuerte interés actual son los aislantes topológicos y los semimetales de Weyl.

Un problema actual es cómo aspectos de geometría y topología confluyen junto a aspectos de interacciones entre electrones para determinar la forma en que un sistema responde a un campo externo. Este proyecto apunta a resolver este problema en el marco de un fenómeno paradigmático: el efecto Hall en ausencia de campo magnético. En el límite no interactuante, este efecto tiene un origen en fases geométricas de la estructura electrónica (llamadas fases de Berry). Esta tesis doctoral avanzará en la descripción del problema en presencia de interacciones fuertes entre electrones. En particular, se buscará describir la respuesta Hall no lineal, descubierta recientemente y relevante para sistemas metálicos que rompen espontáneamente la simetría de inversión espacial.

La propuesta se enmarcará en un proyecto PICT que avanzará en la comprensión del rol de las interacciones entre electrones en fases topológicamente no triviales. Se valorará positivamente tener interés tanto en el estudio de aspectos geométricos/topológicos de la estructura electrónica como en el problema de interacciones fuertes entre electrones. Dependiendo del interés y motivaciones, el proyecto puede orientarse más al estudio de hamiltonianos modelo (tipo Hubbard) o a la descripción de materiales reales en el contexto de Teoría de Funcional Densidad.

Lugar de trabajo: Centro Atómico Bariloche, Instituto Balseiro, San Carlos de Bariloche, Argentina

Cierre del concurso: 16 de Marzo de 2022

Inicio de la beca: Abril/Mayo de 2022 (flexible, consultar)

Duración: 3 años, con posibilidad de adicionar hasta 2 con beca de finalización de doctorado CONICET.

Contacto: Enviar nota de intención y Currículum Vitae a Jorge Facio jorge.facio@cab.cnea.gov.ar
facio.ji@gmail.com