

Del grafeno a los aislantes topológicos

Requisitos: Mecánica Cuántica 1, Introducción a Teoría de Sólidos.

Descripción Breve: En menos de quince años, dos nuevas familias de materiales han cambiado nuestra forma de pensar en el campo de la materia condensada: los materiales bidimensionales y los aislantes topológicos. De entre la primera familia, el grafeno, aislado experimentalmente en 2004, es el más famoso. La segunda familia es más exótica, aunque históricamente su desarrollo ha ido de la mano del grafeno desde los modelos pioneros. Durante este curso explotaremos esta conexión para dar una introducción unificada a las propiedades electrónicas del grafeno y de los aislantes topológicos (en una y dos dimensiones). Se requiere un conocimiento sólido de mecánica cuántica y física del sólido.

Contenidos

1. Nuevos materiales, nuevas fronteras.

1.1 Materiales bidimensionales: contexto actual.

2. Grafeno

2.1 Breve repaso de teoría de bandas, modelos de enlace fuerte.

2.2 Grafeno: estructura electrónica en base a modelos de enlace fuerte. Comparación con cálculos de primeros principios. Modelo k.p.

2.3 Punto de Dirac, quiralidad.

2.4 Ausencia de retrodispersión y tunelamiento de Klein.

2.5 El caso de sistemas finitos: nanotubos de carbono y cinta de grafeno. Zone-folding. Estados de borde en cintas de grafeno.

2.6 Grafeno bicapa.

2.7 Defectos.

3. Aislantes topológicos y estados de borde

3.1 Modelo de Su-Schrieffer-Heeger. Fase de Zak y estados de borde.

3.2 Efecto Hall cuántico entero. Elementos esenciales para el cálculo del transporte de carga en el régimen coherente (formalismo de Landauer-Büttiker).

3.3 Modelo de Haldane y efecto Hall cuántico 'anómalo'.

3.4 Modelo de Kane y Mele para el grafeno con interacción espín-órbita.

3.5 Modelo BHZ y realización experimental de un aislante topológico en dos dimensiones.

3.6 Estados de borde en grafeno: estados de origen topológico y estados topológicos marginales.

3.7 Aislantes topológicos: contexto actual.

Actividades y horas del curso

El curso se desarrollará durante 3 semanas y contará con 8 horas de clase por semana. Se proponen dos tareas y una exposición por alumno al final del curso sobre un tema específico. Se contemplan 10 horas adicionales para la presentación final (oral o escrita, a convenir), totalizando así 34 horas.

Evaluación

La nota final se compondrá de las notas correspondientes a las tareas y la presentación, 40% nota de tarea y 60% nota de la presentación.

Bibliografía

- [1] [“Introduction to Graphene-Based Nanomaterials: From electronic structure to quantum transport”](#), L. E. F. Foa Torres, S. Roche, J.-C. Charlier, Cambridge University Press (2014).
- [2] [“A Short Course on Topological Insulators”](#) , J. K. Asbóth, L. Oroszlány, and A. Pályi, Springer (2016).
- [3] [“Topological Insulators and Topological Superconductors”](#), B. A. Bernevig and T. L. Hughes, Princeton University Press (2013).