Titulo: Quiralidad en sistemas de moiré (grafeno girado)

Tutor: T. Stauber (tobias.stauber@csic.es) Homepage: stauber.csic.es, spiral.csic.es

Departamento de Teoría y Simulación de Materiales, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, 28049 Cantoblanco, Spain
Profesor Honorario del Deptartamento de Física de la Materia Condensada. UAM, 28049 Cantoblanco, Spain

Linea de Investigación:
La simetría es un concepto importante en la comprensión teórica de los fenómenos fundamentales. Por ejemplo, la ruptura de simetrías continuas o de "gauge" es crucial para la generación de masa dentro del modelo estándar. También se pueden romper simetrías discretas como la paridad P, la inversión de tiempo T y la conjugación de carga P; sin embargo, el producto CPT parece conservarse siempre. Este y otros fenómenos de ruptura de simetría quiral aún no se comprenden completamente.
La ausencia de una simetría discreta también suele etiquetarse como quiralidad. La palabra "quiral" proviene de la palabra griega χειρ para mano, porque hay dos "copias" casi idénticas, la mano izquierda y la mano derecha, que están relacionadas por simetría especular, es decir, por paridad seguida de una rotación doble. Los objetos de diferente quiralidad se denominan enantiómeros que son idénticos básicamente en todas las categorías físicas, como densidad o frecuencias resonantes. Solo en su interacción con otros objetos quirales (y/o interacciones no-locales), se pueden distinguir enantiómeros opuestos. Esto se entiende más fácilmente cuando uno trata de poner el zapato derecho en el pie izquierdo.
En este trabajo se estudiará teóricamente aspectos fundamentales de la quiralidad con respecto a un sistema cuasi bidimensional, es decir, el grafeno bicapa torcido (TBG). TBG se puede girar hacia la izquierda o hacia la derecha y, por lo tanto, es intrínsecamente quiral. Investigaremos el transporte y las propiedades ópticas que dependen de la quiralidad. Además, nos centraremos en el régimen de ángulo mágico en el que el sistema se convierte en un superconductor a bajas temperaturas.

Información relevante para elegir el TFG:
La quiralidad es un aspecto importante de la vida, ya que solo los enantiómeros levógiros de los aminoácidos o los enantiómeros dextrógiros del ADN están presentes en la naturaleza y ser capaz de manipular la quiralidad abre nuevas posibilidades de modo que uno podría iniciar reacciones químicas novedosas. Recientemente, hemos investigado la posibilidad de explotar la quiralidad del grafeno torcido para modificar reacciones de aminoácidos e incluso catalizar moléculas quirales completamente nuevas [1].
Este trabajo está destinado a conducir eventualmente a una tesis doctoral que abordará la investigación en curso sobre el grafeno bicapa retorcido. Además, actualmente estamos colaborando con el Prof. D. K. Efetov (LMU Munich, Alemania) quien realizará experimentos de transporte que pueden detectar la quiralidad [2].

[1] T. Stauber, T. Low, and G. Gómez-Santos, Plasmon-Enhanced Near-Field Chirality in Twisted van der Waals Heterostructures. Nano Lett. 20, 7811-8718 (2020)
[2] D. Bahamon, G. Gómez-Santos, D. K. Efetov, and T. Stauber: Chirality probe in twisted bilayer graphene. arXiv: 2307.03779