

双层有转角石墨烯中的新奇狄拉克费米子研究

最近,北京师范大学物理学系何林副教授研究组在双层有转角石墨烯中的新奇狄拉克费米子的研究方面取得了重要进展。他们研究了双层有转角石墨烯中准粒子的手征性,发现其手征性与准粒子的能量相关,可通过能量来调控。这是目前唯一已知的具有可调手征性的准粒子。

石墨烯中的准粒子是狄拉克费米子,具有手征性。单层石墨烯中,无质量的狄拉克费米子具有赝自旋 $1/2$, 其手征性保证了垂直入射势垒的准粒子可以完全透射,这一现象是克莱因佯谬的直接体现。双层 Bernal 型石墨烯中,有质量的狄拉克费米子具有赝自旋 1 , 其手征性导致准粒子垂直入射势垒时表现为完全反射。双层有转角石墨烯的能带结构在低能量时具有单层石墨烯的能带特征,在高能量时具备双层 Bernal 型石墨烯的能带特征,因此它有可能结合单层和双层 Bernal 型石墨烯的电学特征而表现出独特的物理性质。

北京师范大学物理学系何林副教授指导本科生贺文字和储昭栋从理论上研究了双层有转角石墨烯中准粒子的手征性和手征隧穿问题。他们的研究发现该体系中的准粒子具有可调控的手征性,对势垒隧穿时其透射概率受入射能量和势垒参数(高度和宽度)的调控。图 1 中的左图是双层有转角石墨烯中不同能量等能面的赝自旋分布图,在低能量时它和单层石墨烯的赝自旋分布一致,在高能量时和双层 Bernal 型石墨烯的赝自旋分布相似。何林研究组的计算结果表明,垂直入射时调控粒子入射能量和势垒参数可以让双层有转角石墨烯中准粒子在完全透射和部分(完全)反射间转变。他们的研究结果清楚地展现了准粒子隧穿行为与其手征性之间的关系,为石墨烯电学性质的调控提供了崭新的思路。

有趣的是双层有转角石墨烯能带中不同能量等能面上的赝自旋分布图与卡通猫头鹰双眼(右图)具有一定的相似性。物理学研究过程中出现的其它著名“动物”还包括薛定谔的猫、Hofstadter 的蝴蝶等,它们在物理学的发展和物理知识的普及上起了非常重要的作用。本工作的通讯作者何林老师期望他们的“猫头鹰”也能起到类似的作用。

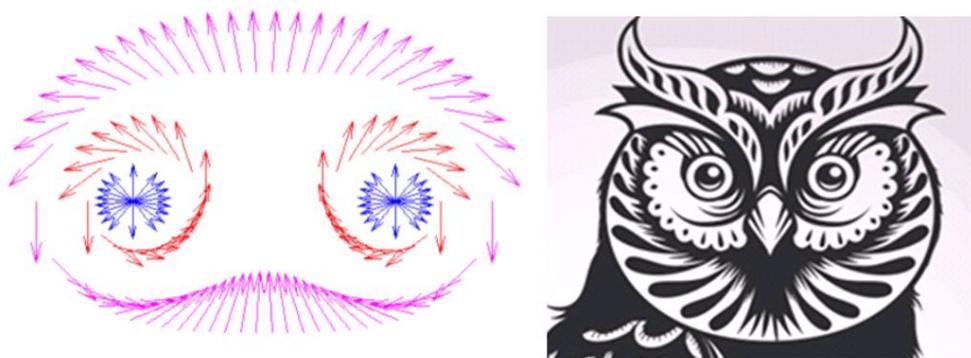


图 1: (左) 双层有转角石墨烯中不同能量等能面上的赝自旋分布图; (右) 猫头鹰的卡通图象。

上述研究工作得到了国家自然科学基金和科技部 973 项目/重大研究计划的支持。相关结果发表在物理学国际顶级期刊《物理评论快报》上 (W. Y. He, Z.-D. Chu, and L. He*, “Chiral Tunneling in a Twisted Graphene Bilayer”. **Phys. Rev. Lett.** Vol: 111, PP. 066803 (2013)) .
<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.111.066803>