
合肥研究院等在三维狄拉克系统的输运特性研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/5644.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

合肥研究院等在三维狄拉克系统的输运特性研究中取得进展。近期，中国科学院合肥物质科学研究院固体物理研究所研究员徐文课题组与云南大学、比利时安特卫普大学科研人员合作，基于 $k \cdot p$ 模型计算了以 Na_3Bi 为例的三维狄拉克(Dirac)体系的量子与传输迁移率。相关成果以Quantum and transport mobilities of a Na_3Bi -based three-dimensional Dirac system 为题发表在Physical Review B上。

与常规的二维Dirac系统(比如石墨烯)相比，三维Dirac系统电子结构有所不同：在其低能附近有两个Dirac点，并且Dirac点附近近似线性色散。不同的Dirac点具有不同的手性，且两节点间的电子存在交互作用——手性异常、反常磁阻等特性，在新型电子气功能材料方面具有重要的潜在应用。目前实验上发现的三维Dirac材料如 Na_3Bi ，由于其电子手性反常会导致在磁输运实验中出现反常的横向和纵向磁阻，这种反常现象在高浓度和低浓度样品中可以同时观测到，但其原因不甚清楚;其次该体系的量子数和传输迁移率与常规二维电子系统(比如石墨烯、黑磷)相比有不同的特性，但尚未有相关的理论研究。

因此科研人员从理论上研究了三维Dirac系统的电子输运特性，其中的电子哈密顿量采用了简化的 $k \cdot p$ 模型。基于获得的电子能带结构和费米能量，科研人员成功解释了在磁输运实验中，为什么在高浓度和低浓度的样品中能同时观测到由手性异常和贝利弯曲引起的各向异性(Science 350, 413 (2015); Europhys. Lett. 114, 27002 (2016))。此外，在考虑电子杂质交互作用的情况下，研究人员通过半经典的玻尔兹曼方程演化出来的动量平衡方程计算了该体系的量子数和传输迁移率，发现理论结果和实验上的测量结果在定性和定量上都吻合较好，同时也解释了电子的迁移率沿着晶格的不同方向表现出巨大的各向异性。这项理论研究有助于深入理解三维Dirac体系的实验测量结果和基本的电学和输运特性。

该项研究成果得到国家自然科学基金、合肥大科学装置基金、云南省自然科学基金资助。

图1.左图对于不同 B_3 (带参数)值, 三维Dirac系统低能附近三维能谱图;右图当 $k=0$, $B_3=0$ 时的能量色散关系。

图2.左图在xy平面上不同杂质浓度下量子数和传输迁移率随电子浓度的变化关系图, 右图在平面上和z方向上迁移率和电子浓度的关系图。(线为理论结果, 点为实验测量结果)

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有, 请勿用于商业用途, [爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发