重费米子超导体UTe2的理论研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/7445.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！

今年以来，重费米子材料UTe_2
中低温超导态的发现引起了很多人的关注。核磁共振实验发现其超导可能为自旋三重态配对，比热测量揭示其配对能隙具有点节点，但是比热系数在零温极限下外延到正常态的一半，因而理论建议超导态为非幺正的等自旋三重态配对，只有一个自旋取向发生配对，另一自旋取向仍保持为正常态，从而可能具有非平庸的拓扑激发。

为了理解UTe_2
的超导性质，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心EX9组研究员杨义峰指导博士研究生徐远骥与盛玉韬利用第一性原理方法（DFT+U）对该材料进行了仔细分析，发现其磁和能带性质受到f电子库仑作用的很大影响。如图1和图2所示，不考虑库仑作用时，能带计算给出半导体带隙，与实验不符，只有引入较强库仑作用后才能得到实验要求的金属型能带（图1），该结论也得到了动
力学平均场计算（DFT+DMFT）的
支持。在此情况下，UTe_2的磁性质呈现出重费米子体系中少有的梯子（two leg ladder）结构（图2），并具有电子型和空穴型两个准二维费米面（图3）。对此类费米面，对称性分析表明，只有强自旋－轨道耦合下的B_{2u}或B_{3u}
表示才具有点节点（图4）。考虑到空穴型费米面具有更大的有效质量和更好的嵌套（nesting），超导态应为B_{3u}配对，点节点预期在空穴型费米面上。

以上分析意味着UTe_2
在零场下的超导态并非最初认为的非幺正等自旋配对，不具有先前期望的奇异拓扑性质，同时预言其外延的零温比热系数应趋于零。有趣的是，在上述工作的同时，新的实验发现比热在更低温度下上翘，零温外延的剩余比热可能源自某种量子临界散射的贡献；热导测量也表明载流子浓度在零温趋于零，并支持点节点位于a轴方向（空穴费米面），与计算符合。理论发现的特殊磁性质意味着该体系在磁场和压力调控下会呈现复杂行为，值得深入研究。PRL审稿人评论认为，此工作为理解UTe_2提供了一个基本的框架。

相关工作发表于《物理评论快报》［*Phys. Rev. Lett.* 123, 217002 (2019)］，并得到国家自然科学基金委（11774401, 11974397）、科技部（2017YFA0303103、2015CB921303）和中科院青促会等的支持。

论文链接

图1：UTe_2的能带结构，在较强的库仑作用下呈现出金属行为。

图2：UTe_2的磁性质，在较强的库仑作用下呈现出梯子结构。

图3：UTe_2
的
准二
维费米面
，其中空穴型费米
面呈现出较大的有效质量与较强的嵌
套性质。零场下超导为B_{3u}配对，点节点位于空穴型费米面上。

图4：UTe_2

B_{2u}和B_{3u}表示具有点节点。

研究团队单位：物理研究所

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转发