
科研人员首次观测到自旋—电荷分离的奇特现象

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18851.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！

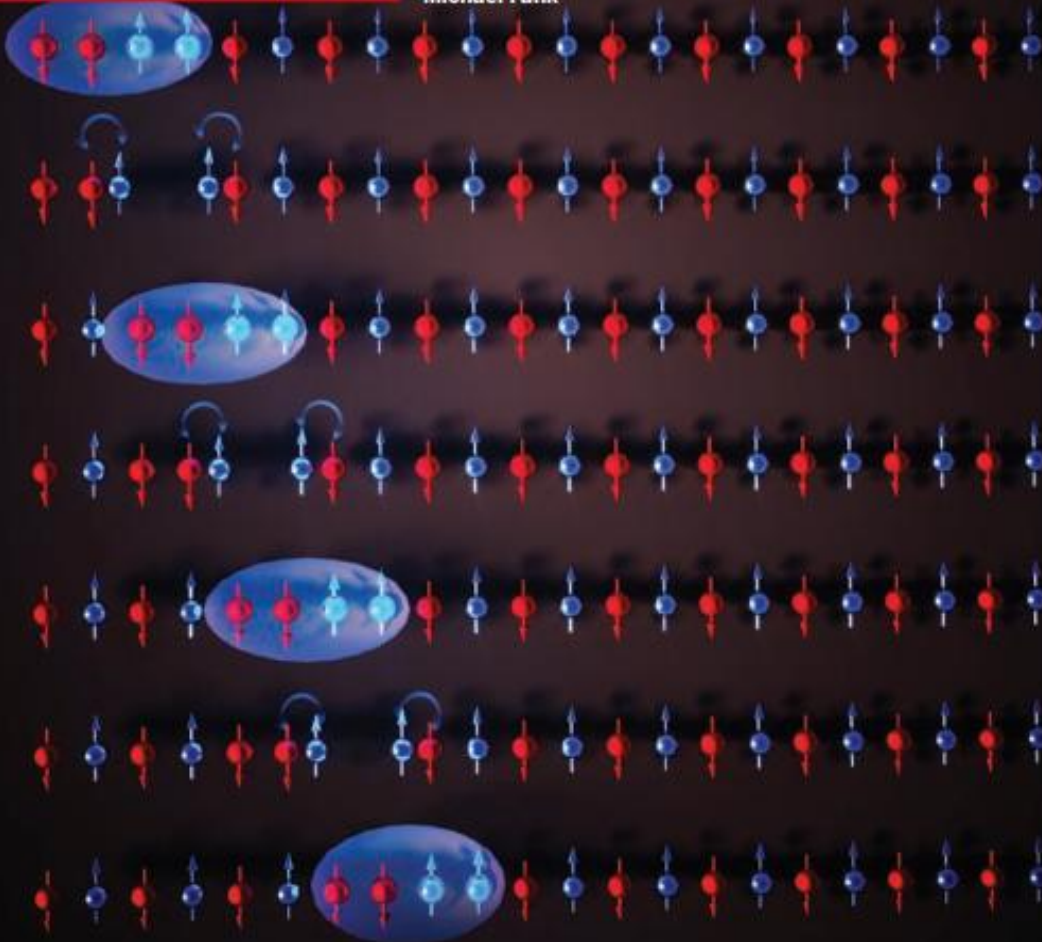
科研人员首次观测到自旋—电荷分离的奇特现象。

中国科学院精密测量科学与技术创新研究院（以下简称精密测量院）研究员管习文研究团队与美国莱斯大学教授兰迪·休利特和浦晗团队合作，通过囚禁一维超冷费米气体首次确定性观测到自旋—电荷分离的奇特现象，并发现该体系中由自旋反向散射引起的非线性朝永—拉亭戈液体效应。相关研究成果6月17日发表在《科学》上。

RESEARCH

IN SCIENCE JOURNALS

Edited by
Michael Funk



QUANTUM GASES

Separating spin and charge

In one-dimensional fermionic systems, spin and charge excitations can decouple from each other. This so-called spin-charge separation has been detected in solids and cold-atom systems held in optical lattices. Senaratne *et al.* observed spin-charge separation in one-dimensional Fermi gases of lithium atoms in the absence of a lattice structure within the gas. The researchers were able to excite the spin and charge excitation modes independently from each other and measure their velocities as a function of the strength of the atomic interactions. —JS *Science*, abn1719, this issue p. 1305

Artist's conception of a spin excitation propagating through a one-dimensional gas of fermionic atoms

《科学》杂志亮点作品介绍配图 研究团队供图

自旋—电荷分离现象是一维量子多体物理中独有的普适规律。人们在这方面的研究有40多年的历史，也在一维固体材料发现一些与自旋—电荷分离现象相关的证据，但对于这种现象至今缺乏确定性的实验验证，理论如何表征自旋—电荷分离现象以及相关实验的调控方法都是公认的世界性难题。

中美研究团队自2018年开始合作，通过研究一维相互作用费米气体杨—高丁模型的精确解，发现在长波极限下该模型中的电荷自由度的粒子—空穴集体激发和自旋自由度的分数化准粒子（自旋子）激发可完美地形成分离的自旋密度波和电荷密度波，这样通过布拉格谱可以分别测得自旋和电荷的动力学结构因子（DSF），该物理量深刻揭示了量子液体中多体关联的本质。因此，通过对相关集体激发谱的DSF的测量可以实现对自旋—电荷分离现象的确定性验证，他们的这一理论预言2020年发表在《物理评论快报》上。

2020年至今，研究团队进一步合作通过囚禁一维超冷原子实验成功地验证了这一重要的量子多体物理的普适规律，他们分别独立激发自旋和电荷的密度波，并测量其相互作用依赖的速度。

在理论方面，他们通过复杂的三维粒子数分布获得了一维管状系统中的密度分布，再进一步利用一维相互作用费米气体杨—高丁模型精确解和朝永—拉亭戈液体理论精确计算了囚禁冷原子电荷与自旋的DSF。考虑了电荷激发谱中的曲率修正和自旋激发谱中的反向散射引起的非线性效应后，理论与实验结果非常吻合。

这是国际上首次通过超冷原子实验验证了自旋—电荷分离现象的朝永—拉亭戈液体理论，并给出非线性拉亭戈液体理论的有力证据。本项工作不但展现了量子多体物理中的典范，并且为将来基于原子分子和光物理的精密测量科技提供了新的思想。

在本项工作中管习文科研团队负责理论计算及分析，管习文与兰迪·休利特教授为共同通讯作者。

该理论工作获得国家自然科学基金项目及科技部重点研发计划的资助。（来源：中国科学报李芸杨婷婷）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/science.abn1719>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：管习文等 来源：《科学》

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