科学家在量子模拟实验中观测到“弦断裂”现象

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/35488.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！

科学家在量子模拟实验中观测到“弦断裂”现象。中国科学技术大学教授潘建伟、苑震生等首次使用超冷原子光晶格系统实现了对格点规范理论中弦断裂现象的量子模拟，为理解强相互作用体系中的禁闭行为与相变机制提供了重要的实验依据。研究成果以编辑推荐形式发表于《物理评论快报》，并被美国物理学会《物理》杂志作为研究亮点专门报道。

规范理论是现代物理学的核心框架，不仅是描述基本粒子相互作用的基础，也广泛应用于理解凝聚态物理中的各类强关联多体现象。在高度可控的冷原子量子模拟平台上实现对规范理论的模拟，不仅能基于第一性原理研究其动力学过程，还能探索粒子对撞机难于达到的实验参数区域中的物理现象。因此，量子模拟器有望为高能物理问题提供新见解，并成为研究凝聚态拓扑相和低能多体物理机制的有力工具。

近年来，研究团队开发了超冷原子量子模拟器，并对格点规范理论开展了系统的实验研究，取得了一系列突破性进展。在此基础上，该团队针对格点规范理论中的弦断裂机制进行了深入研究。在量子色动力学中，两个静止色荷之间的相互作用势随着距离的增加呈线性增长，这一特性使得单个夸克无法孤立存在。然而，当色荷间距超过某个临界值时，系统的能量足以生成一对夸克-反夸克对，进而导致弦的断裂。作为量子场论中的非微扰现象，弦态与双介子态之间的复杂相互作用使得对弦断裂过程的研究极具挑战性。一方面，传统数值计算方法难以精确求解这一过程；另一方面，粒子碰撞实验中也难以对其进行直接观测。

基于前期对格点施温格模型中禁闭动力学的研究，该团队搭建了可编程光学超晶格量子模拟平台，将格点施温格模型映射至光晶格超冷原子的玻色-哈伯德模型，通过精确控制原子之间的相互作用，实现了对系统初态的可控制备和多参数演化。通过调节系统演化参数（费米子质量与弦张力），体系从弦态演化至形成粒子对并发生弦断裂的断裂弦态，从而完整演示了弦断裂物理过程。

更进一步，研究团队通过定量控制系统中费米子质量、弦张力和弦长度之间的关系，提取出了弦断裂发生时的能量共振条件，揭示了弦断裂现象的产生机制。

该工作展示了光晶格量子模拟器在揭示规范理论微观机制方面的潜力，为将实验研究拓展至更高维度和更高对称性的规范模型并深入探索伪真空衰变、非阿贝尔规范理论及拓扑量子相变等关键物理问题奠定了基础。（来源：中国科学报 王敏）

相关论文信息：https://doi.org/10.1103/mwy1-v9hk

作者：潘建伟等 来源：《物理评论快报》

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