

郭文安课题组在《Science》发表研究论文

物理系郭文安教授和他指导的博士生邵慧与波士顿大学物理系Anders Sandvik教授合作在4月8日出版的《Science》上发表了题为《Quantum criticality with two length scales》的研究论文。

相变是物质性质的突然转变。它是自然界常见的物理现象（比如水结冰或形成雪花），也是产生新奇物态（比如超导、超流体）的普遍机制。相变一般由温度带来的热涨落导致。但是奇妙的是：在零温，量子涨落也可以导致相变。通过量子力学的路径积分表示，传统的量子相变理论建立在朗道-金兹堡-威尔逊理论框架上，并取得了很大的成功。然而，这样的理论无法描述一些重要的量子相变，比如发生在两个不同有序态之间的连续相变。为此，人们发展了去禁闭量子临界性理论(Deconfined quantum criticality theory)，其核心是具有分数量子数的准粒子的去禁闭。这一理论不仅在统计物理和凝聚态理论方面有重要意义，也对人们理解夸克禁闭，演生规范场以及玻色希格斯粒子机制有重要价值。然而，大量的研究发现：具体实现这一新机制的几乎所有模型中，都存在违背基本标度律的现象，这导致去禁闭机制受到怀疑，并引发了很大的争议。邵慧、郭文安和Sandvik通过数值模拟直接观察到分数激发粒子的去禁闭行为，更为重要的是，他们发展了新的含有两个尺度的标度理论，并通过量子蒙特卡罗模拟证实了这一标度理论，从而彻底解决了过往研究发现的标度困难。尤为重要的是，这一标度理论改变了低温下的实验预测。

郭文安教授和合作者的发现可能在更多具有多尺度的强关联系统中应用，甚至帮助解开高温超导问题中标度行为的谜团。

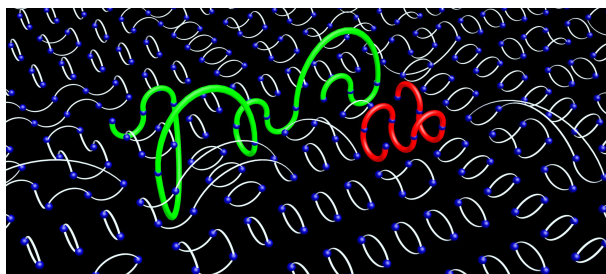


Figure 1: 去禁闭量子临界理论的核心是突破了朗道理论中序参量是描述系统的核心变量这一出发点，代之以分数激发粒子(spinon)。图为量子蒙特卡罗模拟中两个spinon. 它们的距离在临界点发散，标志着去禁闭行为的发生。

郭文安教授的工作受到国家自然科学基金项目11175018资助和理论物理国家实验室开放课题支持。Sandvik教授受到北京师范大学引智项目对他访问的资助。

[1] Hui Shao, Wenan Guo*, and A. Sandvik*, Science, **352**, 213 (2016)(*通讯作者；点击查看原文); DOI: 10.1126/science.aad5007