

原子钟可模拟研究磁体内部电子的量子行为 为自旋系统的量子动力学带来新见解

文章来源：科技日报 陈丹

发布时间：2013-08-12

【字号：小 中 大】

据《新科学家》杂志网络版近日报道，世界上最精准的计时器原子钟又添了一个新功能：科学家可将它用作量子模拟器，来研究磁体内部电子的量子行为，以更深入地了解量子世界的奥秘。相关论文发表在近日出版的《科学》杂志上。

物理学中有许多难以解答的问题，因为它们的基本行为受错综复杂的量子力学规则支配，比如电子之间的量子相互作用产生的磁性，就很难进行计算机模拟。目前，固体内部电子的行为可以利用冷却到高于绝对零度（零下273.15℃）万亿分之几摄氏度的原子进行物理建模，其比电子本身更大、更容易操控，是开展实验的理想工具。但这种手段面临的主要障碍是，超低温条件在实验室中不太容易实现。

现在，美国天体物理联合实验室的理论家安娜·玛丽亚·雷伊和她的研究团队，在实验中偶然发现了一种可以在高出几个量级的温度条件下模拟量子行为的方法——利用原子钟。

原子钟是通过一组原子在两个不同能级之间的跃迁来计时的。该研究小组原本只是研究铯原子钟。当激光将能量泵入时，铯原子就会以一定的频率在基态和激发态之间振荡，也就是原子钟计时的“节拍”。为了增强原子钟的信号，研究人员尝试着增加原子的数量，但这反而降低了计时的精度，因为原子间的相互作用有时候会改变能量跃迁的“钟摆”节律。

从数学角度来说，这些原子的行为很像磁性材料中的电子的表现。电子有自旋特性，可以直观地用箭头朝上（自旋向上）和箭头朝下（自旋向下）来描述。在一个磁体中，由于电子之间的量子相互作用，所有的自旋都是指向同一个方向的，不过人们对这种量子相互作用仍知之甚少。

雷伊说，处于基态的铯原子可被用来模拟自旋向下的电子，处于激发态的原子则代表自旋向上的电子。追踪这些原子间相互作用的出现及其细节，有望为揭示磁体中电子的量子相互作用的性质提供线索。最重要的是，与通常构建的模拟电子行为的原子网络不同，原子钟可以在高于绝对零度百万分之几摄氏度这一相对温和的温度条件下工作。

没有参与这项研究的哈佛大学的米哈伊尔·卢金评论说：“这项研究可以为自旋系统的量子动力学带来基本的新见解。”这对于原子钟也是好消息，他补充说，了解原子如何相互作用，有助于打造更加准确的计时器。

[打印本页](#)[关闭本页](#)