
南开大学研究团队提出自旋角动量波预言

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25605.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！

南开大学研究团队提出自旋角动量波预言。近日，南开大学陈省身数学研究所理论物理研究室教授陈景灵课题组在量子物理基本问题方面取得进展。该团队在国际上首次提出自旋角动量波这一新概念，并构想了一种基于狄拉克电子自旋角动量振荡来产生与探测自旋角动量波的思想实验。2023年12月28日，相关研究成果在线发表于Elsevier旗下的《物理学结果》。

麦克斯韦方程组是科学史上最重要的公式之一，它不仅实现了对经典电动力学的统一，而且预言了电磁波，深刻地影响了人类社会的发展。1954年，杨振宁与米尔斯将麦克斯韦方程组推广到非阿贝尔情形，得到了著名的杨-米尔斯方程，同时规范场这一概念也引起了物理学家和数学家们极大的兴趣。更进一步，基于杨-米尔斯理论的标准模型统一了自然界已知的四种基本相互作用中的三种（电磁、弱和强相互作用），这显示出杨-米尔斯理论是一个坚实的物理理论。但与此同时，另一个基本问题却并未引起人们的关注：既然杨-米尔斯方程是麦克斯韦方程组的推广，而后者预言了著名的电磁波，那么杨-米尔斯方程是否也能预言出某种重要类型的波呢？

上述科学问题启发南开大学研究团队探索自旋角动量波。然而，即便在真空中无源情形下，杨-米尔斯方程也是一个非线性偏微分方程，内部势与场的相互作用项十分复杂。因此，研究团队考虑了真空中无源情形下杨-米尔斯方程的弱耦合近似解。通过计算发现，该解仍然满足像电磁波那样的波动方程，但是其振幅部分含有自旋角动量算子，故命名为自旋角动量波。随后，基于相对论量子力学中狄拉克电子处于正负能量与正负螺旋度叠加态时会自动出现一种称为自旋振荡的相对论效应，基于该效应研究人员提出了一种产生与探测自旋角动量波的思想实验。倘若人们在实验室中能够制备出这种狄拉克电子的量子叠加态，那么自旋角动量波将有希望被观测到。

探测自旋角动量波的思想实验示意图。课题组供图

该研究成果获得国内外同行的好评。其中，审稿人评论称：该论文的推导十分简洁，在正文与补充材料中都对杨-米尔斯方程进行了全面回顾；该论文从非阿贝尔杨-米尔斯方程中考虑新型波的想法非常有趣，而且仅仅从数学物理中求解真空方程也很有趣。新加坡国立大学C.H. Oh教授称该成果为高品质论文。国内同行评论称：该工作属于开创性研究，具有原创性，若上述研究得到实验的证实，则可能开辟出新的学科方向，在物理学领域引起广泛关注。

关于自旋角动量波的研究将加深人们对自旋这一量子力学基本概念的理解，它可能的实验实现也将为自旋探测技术等研究方向提供新思路，同时可以期待自旋角动量波也像电磁波那样，将推动着社会文明的进步。（来源：中国科学报 陈欢欢）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.rinp.2023.107300>

作者：陈景灵等 来源：《物理学结果》

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](https://www.iikx.com)转发