科学家在非互易光学介质几何理论方面取得进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/23275.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！

科学家在非互易光学介质几何理论方面取得进展。
光在复杂介质中的传播是光学和相对论的经典课题。在爱因斯坦提出广义相对论不久，W. Gordon，I. E. Tamm和G. V. Skrotskii等将费马原理推广到弯曲时空。1960年，J. Plebanski指出弯曲时空度规的空间分量和时空混合分量分别等价于非均匀各向异性光学介质的折射率(介电常数与磁导率)和反对称非互易磁电耦合参数。上述结果已被广泛应用于引力场量子效应的实验室模拟。2006年，J. Pendry和U. Leonhart提出的变换光学反过来用坐标变换设计非均匀材料以实现光线控制，在电磁隐身衣、新型波导和天线等器件方面具有重要应用。然而，相对论电动力学和变换光学无法处理手性和非互易光学材料，也无法提供类似于坐标变换的几何方案来控制光的偏振。

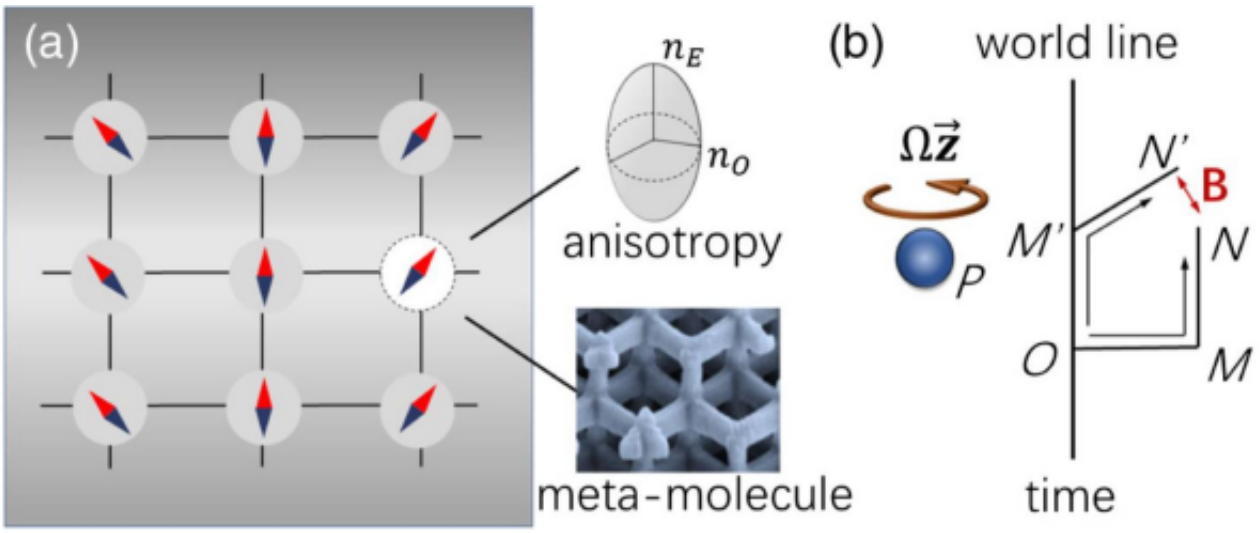
近日，中国科学院院士、中国科学院半导体研究所研究员常凯领导的合作团队针对以上问题提出广义变换光学理论，将光学介质从普通Cauchy连续统推广到具有内部自由度的广义连续统。在该理论中每一个几何点除具有坐标自由度外，还具有由局域标架代表的内部自由度，描述点粒子的旋转、拉伸和扭转，可以用来处理具有复杂本构关系的线性光学介质。研究团队发现具有局域旋转自由度的连续统可以描述实验室静止的非互易光学介质。非互易光学介质主要包括磁光介质(金属或稀薄等离子体、磁性绝缘体、稀磁或铁磁半导体)、磁电耦合介质(多铁材料、拓扑绝缘体及Weyl半金属)和时变介质。磁光介质介电常数与磁导率的反对称虚部和磁电耦合介质的磁电耦合参数带来电磁场不同分量之间的交叉耦合，产生非互易的偏振旋转，被广泛应用于隔离器和环形器等非互易电磁器件。基于广义变换光学理论，研究团队引入描述非互易光学介质的时变黎曼几何理论和基于标架旋转的等价黎曼-嘉当几何理论，利用时空挠率张量描述磁光和磁电耦合参数，统一解释了包含磁光、磁电耦合介质和具有局域旋转自由度的时变介质在内的一般线性非互易电磁介质。

该工作一方面引入时空挠率的微观构造，将相对论协变电动力学推广到非黎曼时空;另一方面表明通过标架变换可以实现光偏振态的调控。将标架变换与坐标变换相结合，原则上可以同时实现对电磁场的光线和偏振态的调控，为未来新型光学和电磁器件设计提供了理论基础。

该研究成果近日发表于《物理评论快报》(Phys. Rev. Lett. 130, 203801 (2023))。论文通讯作者为常凯和香港科技大学教授冯建雄。

本工作得到国家自然科学基金委、科技部国家重点研发计划资助项目、香港大学教育资助委员会、中国科学院和半导体研究所人才项目的支持。(来源：中国科学院半导体研究所)

相关论文信息：https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.203801



(a) 具有内部自由度的广义连续统图像;(b) 局域旋转定义挠率张量。

作者：常凯等 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