



麻省理工开辟出光和物质相互作用的新领域

作者： 发布时间：2017-04-05 阅读次数：

麻省理工的一项新研究可能开辟了一种基于发光类型的被认为是“禁止”的技术新领域，或者至少不太可能的，在实际操作中是遥不可及的。研究人员表示，这种新的方法，可能会导致某些类型的光与物质之间的相互作用，这通常需要数亿年的时间发生的现象，如今在某些特殊的条件下，一秒钟的十亿分之一的时间内就会代替发生。

基于理论上分析的这一结果，由麻省理工学院的博士生尼古拉斯·里维拉写成论文发表在《Science》杂志上，物理学教授马林·梭拉瑞斯，乔安普勒斯物理学教授弗兰西斯·赖特戴维斯和博士后爱都·柯米纳和镇波。

光与物质之间的相互作用，通过量子电动力学的规律来描述，是一个范围广泛的技术基础包括激光器、发光二极管，和原子钟。但从理论的角度来看，“大多数光与物质的相互作用过程由于电子选择规则是‘禁止’的，这限制了我们的能量水平之间转换的次数，”梭拉瑞斯解释说。

例如，频谱图，是用来分析材料的元素组成，在黑色的背景下表现出一些明亮的线。明亮的线条代表元素原子特定的“允许”的能量水平的转变，并会伴随着光子的释放（光的一种粒子）。在黑色的区域，它弥补了大部分的光谱，在这些能量水平的光发射是“禁止的”。

在这项新的研究中，柯米纳说，利用原子厚度的二维材料限制的波，“我们从理论上证明，这些限制可以解除。我们发现一些在宇宙中通常需要几年的转变可以发生在纳秒。正因为如此，当原子附近放置一个二维材料时，图中许多的黑色区域会变亮”

原子中的电子具有离散的能级，当它们从一个能级跳到另一个能级时，它们发出一个光的光子，一个称为自发辐射的过程。但原子本身比得到发射的波长要小得多，约 $1/1000$ 至 $1/10000$ ，大幅度的削弱两者之间的相互作用。

实际上，其中的诀窍是，使光“收缩”，所以它更好地匹配原子的规模，正如研究人员在他们的研究表明的那样。使一系列相互作用的关键，特别是在原子态跃迁相关的发射或吸收的光，是一种叫做石墨烯二维材料的使用，使光可以作为等离子体的形式进行物质的相互作用，即是一种材料的电磁振荡。

这些等离子体，类似于光子，但波长要短几百倍，被很窄地局限于石墨烯中，利用这种方式，使其比普通材料要有几个数量级的相互作用。这使得我们可以实现各种通常被认为是遥不可及的现象，如多个等离子体的同时发射，或两能级间的发光跃迁，研究团队说明。

这种方法可以使两个“纠缠”的光子的同时发射，这意味着即使在分离的情况下，它们也可以共享相同的量子态。这样产生的纠缠光子是量子器件中的一个重要的元素，如可用于加密应用中。

利用这些禁戒跃迁能打开定制光学材料性能的方式，这在之前是不能想象的，里维拉说。“通过改变这些规则”，关于光与物质之间的关系，“它可以打开重塑材料的光学性能的新的门。”

柯米纳预测，这项工作“将作为下一代光物质相互作用的研究的起始基础”，并可能导致“在许多依赖于光物质相互作用领域的进一步的理论和实验进展，包括原子，分子和光学物理，光电子，化学，光电子，和许多其他应用中。”

除了其科学意义，他说，“这项研究有可能在多个学科的应用，因为在原则上它有可能使光学应用的周期表的充分利用。”这可能会让我们实现在光谱和传感设备，超薄太阳能电池，新材料来吸收太阳能，具有更高的效率有机发光二极管，和可能的量子计算设备的光子源等各种应用。

“从基础科学的角度来看，这项工作是一个分支，仅仅在几年前，这是难以想象的，直到现在，很大程度上仍是未知的基础，”梭拉瑞斯说。

“二维材料限制表面区域和各种运动都在一个平面上，使在总体积上尽可能多的效果，有几个数量级的削弱幅度，”杰森·弗莱舍说，他是普林斯顿大学的电气工程副教授，他并没有参与这项研究。关于这项工作，他说，“系统地探讨了二维材料如何改善光物质相互作用的，为获得了更快的电子跃迁，增强传感和更好的激发，并包括为宽带和量子光的紧凑产生奠定了理论基础。”

（曹强 摘自 OFweek激光网，2016-07-20）



光电所微信公众号



版权所有 © 中国科学院光电技术研究所 单位邮编：610209 备案号：蜀ICP备05022581号
单位地址：中国四川省成都市双流350信箱 电子邮件：dangban@ioe.ac.cn