
中国科大揭示原子分子中类FANO共振新机理

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/20485.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！

中国科大揭示原子分子中类FANO共振新机理

。中国科学技术大学郭光灿院士团队邹长铃教授课题组与胡水明教授团队合作，在原子、分子精密测量研究领域取得新进展。他们揭示了原子分子精密光谱测量中的一种类Fano共振的新机制，发现在驻波场中对超窄线宽跃迁的激发会受到远失谐的强跃迁的影响，这对基于原子分子超窄跃迁的精密测量(如原子光钟、量子存储等)将产生重要影响。相关成果10月10日在线发表于《物理评论快报》。

基于原子或分子体系中的窄跃迁能级的精密测量一直是众多研究的主题，并且已经被广泛应用于多个领域，如传感、计量以及光钟等。窄跃迁也可以被用于测定基本物理常数，检验基础物理学定律、寻找新物理。在应用中，为了克服窄跃迁自身对光吸收很弱的缺点，研究人员通常需要采用很强的激光驻波场来探测这些弱跃迁，同时消除由于原子/分子运动导致的多普勒频移。因此，近几十年来，人们对强驻波场中的窄共振谱进行了广泛研究。

在传统的原子和分子光谱学中，通常采用两能级或少能级近似，忽略那些与目标能级相距甚远的能级，该条件下应该可以得到对称的光谱线形。然而，在近期关于氘化氢分子红外振转跃迁(自然线宽仅微赫兹水平)的研究中，胡水明、孙羽研究组意外地发现氘化氢分子的红外饱和吸收谱呈明显的不对称线形。该现象非常违反直觉，而且经过仔细排查各种潜在影响因素，均无法合理的解释这种不对称线型。国际同行所开展的类似实验也确认了这一现象，这使得其成为困扰该领域的一大难题，受到广泛关注。

为解决这一问题，胡水明、孙羽课题组与邹长铃所领导的理论课题组合作，提出一种新的物理机制——非线性类Fano共振。当运动的分子和驻波场耦合时，强驻波场不仅与失谐仅为纳电子伏量级的近共振超弱(窄)跃迁耦合，同时也会与失谐超过10电子伏特的其他电子态能级耦合。对比自然线宽仅为微赫兹量级的目标窄跃迁，这种频率失谐和线宽与目标跃迁相差超过十个量级的电子态一直是被认为是完全可忽略的。

然而，该机理表明，这些尺度相差十几个量级的量子共振会对被观测跃迁产生明显影响。由于交流斯塔克效应，远失谐强跃迁的耦合会导致目标窄(弱)跃迁能级的频率移动：在实验室坐标下，当运动的原子或分子穿过驻波场时，目标能级会产生周期性的频移；而在分子坐标下，该耦合亦可等价地表示为静止的原子或分子和频梳光的耦合，而由于梳齿作用的不对称性，最终导致不对称光谱线形的出现。

基于上述分析，邹长铃研究组对其进行了解析推导验证和严谨的数值计算，光谱的不对称特性在两种理论结果中均得以体现。

为进一步验证该机制在实际情况中的适用性，胡水明研究组利用两个独立的实验装置验证了非线性类Fano共振机制。通过测量一系列二氧化碳分子红外跃迁的无多普勒饱和吸收光谱，所观测到光谱的不对称程度与跃迁强度的关系与理论预测相符合；改变实验中的激光功率参数时，吸收线型的不对称因子随参数的改变情况和理论预测结果一致。这进一步验证了非线性类Fano共振机制的合理性。

这一物理机制的提出，将很大程度上影响基于窄跃迁的精密测量与应用。审稿人对该工作给予高度评价，这项工作很重要，结论也很有说服力。由于这是一种未被文献报道的新机制，可能在氘化氢分子和其他分子的现有研究中发挥重要作用。

中科院量子信息重点实验室研究生吕亚男、合肥国家实验室刘安雯副教授以及谈艳副研究员为该论文共同第一作者，孙羽副研究员、邹长铃教授、胡水明教授为论文通讯作者。(来源：中国科学报王敏)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.163201>

作者：邹长铃等 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](https://www.iikx.com)转发