



物理所提出的隧穿的非线性相干破坏现象理论预言被实验证实

文章来源: 物理研究所

发布时间: 2009-12-03

【字号: 小 中 大】

从2005年开始,中国科学院物理研究所凝聚态理论与材料计算室吴飙研究员和其博士生罗小兵(现井冈山大学副教授)及博士后谢琼涛(现湖南师范大学副教授)系统地研究了周期驱动的双势阱中的玻色-爱因斯坦凝聚物(BEC)。在平均场处理下,由于原子间存在相互作用,这个系统可被看作一个非线性量子系统,因而不同于双阱中的单粒子系统。吴飙研究组发展了一套新的数值方法,第一次得到了周期驱动的非线性两能级系统的完整准能级谱,从而揭示了非线性会导致准能级谱中出现了三角结构。进一步分析表明,这个三角结构和隧穿的抑制紧密相联。由于三角结构有一定宽度,这就表明在非线性系统隧穿抑制扩展到一个参数区域,这不同于线性情况(那里隧穿抑制只是发生在孤立的参数点)。吴飙研究组把这种现象叫做隧穿的非线性相干破坏(nonlinear coherent destruction of tunneling, 简称NCDT) (*Phys. Rev. A* 76, 051802 (R), 2007), 他们进一步提出这个新现象不但可能在BEC系统中观察到而且可以在非线性光波导耦合器中被观察到。

最近,隧穿的非线性相干破坏(NCDT)被A. Szameit等人利用光波导耦合器实验验证(*Optics Letters* 34, 2700, 2009)。A. Szameit等人在实验上完全验证了吴飙研究组关于NCDT理论预言:一是非线性扩展了线性周期驱动系统的隧穿抑制的参数区域;二是周期驱动可以极大地降低隧穿抑制的临界功率。这个实验和当初理论设想的唯一区别是:A. Szameit等人是通过对耦合器的两个光纤纤芯的折射率进行周期调制来实现周期驱动而吴飙研究组设想通过周期弯曲光纤来实现周期驱动。另外,在早些时候,NCDT得到了实验的部分验证(*Phys. Rev. Lett.* 102, 153901, 2009)。

吴飙研究组还发现NCDT可以用来改进一种全光开关的性能,并为此申请了专利。这种全光开关曾在八十年代末被广泛研究(比如, *Appl. Phys. Lett.* 51, 135, 1987),后因临界激光功率过高而被放弃。最近这些理论和实验上的发展可能重新激活这方面的研究。

相关研究得到了国家自然科学基金和973项目的支持。

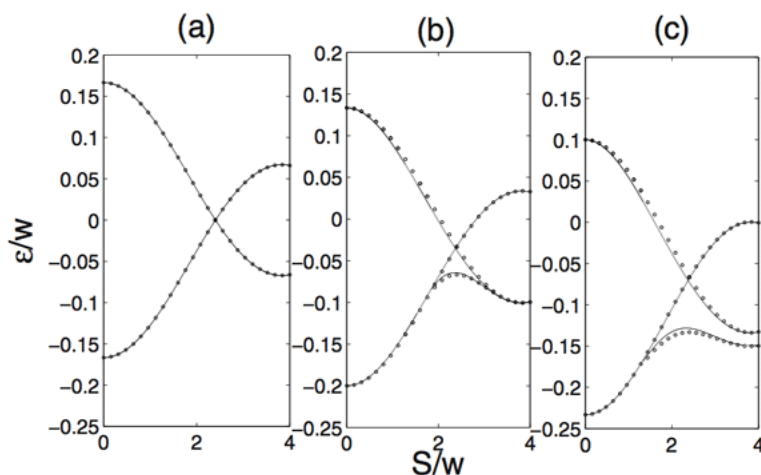


图1: 周期驱动下非线性两模系统的准能级。(a) $c=0$; (b) $c=0.4$; (c) $c=0.8$. c 是非线性参数。取自于 *Phys. Rev. A* 76, 051802 (R) (2007)。

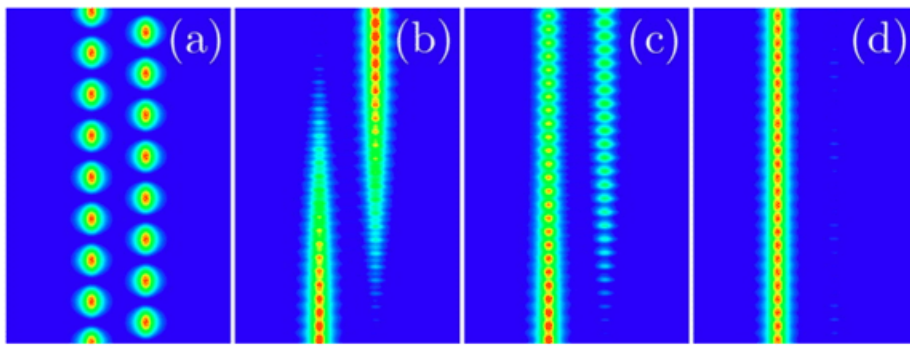


图2: 光在一个光波导耦合器中的传播。(a)没有周期调制; (b, c)有周期调制但光强不高; (d)有周期调制且光强足够强。取自Opt. Lett. 34, 2700 (2009)。

打印本页

关闭本页