

量子鼓

众所周知,奇异的量子现象一般是分子与电子等微观粒子的行为,它并不出现在宏观物体上.但在2008年3月份,美国耶鲁大学的 J. Harris 教授和他的同事们设计制作了一个实验装置.他们的目的是研究量子行为与经典行为之间的转变和过渡,也就是说他们企图在宏观物体上来演示出量子效应.例如将固体的振动振幅作为一种标志,并定义振幅最小的状态是它的基态,而将一组量化的振幅看成为是其对应的原子能级.在这种想法的基础上,研究组设计了一个7 cm 长的光腔,在其两端各安置两面镜子,在光腔的中央悬挂一块 1mm^2 大小的氮化硅薄膜,其厚度约为50 nm.这个膜具有部分反射的表面,同时可以自由振动.他们利用激光束的照射来降低薄膜的振动,使其非常接近于基态,因为发射出的光子通过镜面的反射可以使薄膜振动的振幅逐渐地减小,最终达到振幅最小的基态.与其对应的温度约为7mK,这个温度是它初始温度的万分之一,显然这并没有达到量子极限的程度.

最近美国亚利桑拿大学的 M. Bhattacharya 和 P. Meystre 两位教授将耶鲁大学的工作又向前推进了一步.他们在光腔中心的两侧对称地安置了两块薄膜,当利用激光束使薄膜的振幅降低时,可以证明两块薄膜能有效地形成强耦合而成为一个分子态.这样的装置类似于一个量子鼓.他们从理论上写下了两薄膜的运动方程.方程反映的运动模式是将两个薄膜看成是一个被弹簧联结起来的两个模块,同时在两模块的外部还存在着一个弹簧可对系统起作用,这样就能进行膜振动的理论推导.在实验工作方面是利用激光束的频率来调控两薄膜间的相互作用.他们发现两块耦合的薄膜有两种运动模式:一种是“质量中心”模式,它的运动方式是两块膜一前一后地沿同一方向发生振动;另一种是“呼吸”模式,它的运动方式是两个膜按相反方向进行振动.由此可见,量子鼓是利用不同的激光频率来调节出不同的振动模式.这种耦合在一起的两个宏观物体,不管它们之间的距离有多远,都能产生相互作用,使其结合成一个量子态,这是一个非常有意义的物理现象.这个现象曾被爱因斯坦嘲笑地称之为“幽灵行为”.

亚利桑拿大学的研究组还进行了另一个试验,他们将两块薄膜非对称性地安置在光腔中心的两侧,在选择好适当频率的情况下,两块薄膜之间可产生长寿命的缠结状态,只要激光束的照射不停止,缠结状态就不会消失.为了验证这一点,研究组利用两个弱激光束作为探针进行测定,从而使膜分子的缠结态不致引起破坏.总而言之,这一系列的实验与理论工作将会大大丰富动力学方面的研究.

(云中客 摘自 Physical Review Letters, 14 November 2008)