

激光光谱

激光光谱学的进展

中国科学院安徽光机所

把激光引进光谱学,开拓出一个崭新的研究领域——激光光谱学,它是深入认识微观世界的重要工具和一些技术应用的重要基础。

激光具有高单色性、高强度、高方向性等特点,又可产生超短脉冲。激光同物质相互作用出现一些非线性效应,依此可创建出新的光谱技术,观测并研究过去实际上是无法研究的重大课题:原子和分子的各种细致结构以及它们内部的瞬变过程。

饱和吸收光谱和双光子吸收光谱都是无多普勒光谱技术。前者是从“兰姆凹陷”发展而来,现有“反兰姆凹陷”、“迎面探测波”等多种方法。最高分辨本领目前已达 10^{10} 量级,对分辨本领的影响除激光自身线宽外主要来自渡越展宽和几何展宽。双光子吸收光谱是微扰理论的二级近似效应,由于粒子可同时吸收两个同频反向的光子而跃迁,一级多普勒频移可完全消除。与饱和吸收光谱相比它有更高的极限分辨本领(为二级多普勒效应所限,约为 10^{12})、更大的信号背景比和不同的应用范围。

在强相干光照射下,物质会出现受激喇曼、超喇曼、反喇曼和相干喇曼等散射现象。相干反斯托克斯辐射是相干喇曼的一种形式,它是以前两束频率不同的激光对物质进行调制,当频差与喇曼项谐振时,在探测光的照射下,沿特定的方向会出现强度很高的斯托克斯和反斯托克斯散射光。这方法的主要特点是方向性和高灵敏度。

相干光学瞬变是自旋瞬变现象的光学模拟,理论基础是考虑到唯象弛豫的布劳赫方程。采用斯塔克开关等技术后,已在十多种样品中观察到章动、光子回声和自由感应衰变等瞬变现象。这方法的独到之处是可分开研究不同的弛豫过程。

高激发态光谱研究高能态向基态弛豫的时间和途径以及向另一高能态的转移。过去的困难是对量子态的激发,有了激光之后这一困难基本得到解决。超短脉冲的出现为量子态的选择激发和超快过程的观测提供了重要的手段。

激光光谱学对经典光谱学和其它科学技术有巨大影响。它极大地提高了波长和时间的分辨本领,增强了人们对物质微观结构微小差别和微观快速过程的辨认能力。分辨本领成千上万倍的提高,无疑会提供出有关微客体运动的新的信息,这对促进物理学、化学、生物学等基础科学的发展,意义是重大的。此外激光光谱学又是激光分离同位素,原子和分子混合物的微量探测等重要应用的基础。

激光光声光谱术

北京大学物理系激光三组

激光光声光谱术是测量物质吸收系数的一种新技术。它的特点是光谱的分辨率很高以及能测量极低的吸收系数。这种技术是基于光声效应。例如,经声频调制的一束激光穿过密闭容器内的气体时,气体吸收光将引起温度和气压的变化,也就是说,在气体中产生声波。如果吸收系数与吸收程长的乘积比 1 小得多,则声波的振幅正比于激光的平均功率和吸收系数的乘积,因此,所用的激光平均功率愈高,则能探测愈弱的吸