

碰撞与非线性光谱学：关于自电离共振的作用

K. T. Lu

(美国阿贡国家实验室化学部)

在分离原子方面，通过 Beutler-Fano 自电离共振进行共振四波混合的过程已在理论上阐明了。采用自电离共振已得到可调谐相干 VUV 辐射。

本文是把早期的处理方法加以推广，使之也能处理发射原子与低浓度背景气体碰撞所产生的效率。我们得到了(a)受激相干辐射与(b)自电离共振产生的自发光电子辐射的分比支解析表达式。碰撞效应看来改变了分支比和相干辐射的光谱形状。碰撞表现为具有双重性，即包含相干和非相干两种过程。对线性过程来讲，相干部分是造成 Rabi 频率能量转移的原因，非相干部分则相当于光谱宽度的加宽。对非线性过程来讲，相干和非相干部分都是造成 Fano 谱线轮廓变化的原因。这样，在固体方面 Bloembergen 推导的周相匹配效应的早期处理方法便推广到处理包括气体碰撞的效应。折射率的一般表达式在忽略碰撞效应时和 Sellmeier 的关系式接近。

对上述过程用原子理论给予了解释。我们把辐射与吸收的原子 A 和容器 B 看作是一个完整的系统。粒子 A 和辐射场 H_{ay} 看作微扰。采用密度矩阵描述该系统。我们应用多通道量子缺陷理论(MQDT)描述原子和分子，并将它们看作是碰撞效应。用 MQDT 参数描写整个受激态动力学过程。因此由所给的数据既可以进行计算又可以进行推断。该理论对低浓度的原子和分子是适用的。因此和容器的相互作用可以用最低倍的密度来展开。