

## N<sub>2</sub>O 分子 10 μm 波段谱线的位移

虞海平 沈珊雄 郑一善

(华东师范大学物理系)

本文从实验和理论两方面研究了 N<sub>2</sub>O 分子差频带 ν<sub>3</sub>-ν<sub>1</sub> 中各不同振转谱线的压力位移。谱线压力位移比谱线半宽度小二至三个量级。用半经典 Anderson-Tsao-Curnutte 理论计算 N<sub>2</sub>O 分子时,发现对于线性分子的 N<sub>2</sub>O,其一阶位移为零,人们想当然地认为二阶结果一定比一阶结果小,因此 N<sub>2</sub>O 分子的位移量一直无人研究。事实上 N<sub>2</sub>O 位移量是存在的,它的 A. T. O. 二阶结果并不为零。根据 A. T. O. 理论,二阶位移由下式决定:

$$\Delta\gamma_{if} = \frac{n\bar{v}}{2\pi c} \sum_{J_2} \rho(J_2) \sigma_{if, J_2} \quad (1)$$

其中  $n$  为一个大气压下分子数密度,  $\bar{v}$  为平均相对速度,  $\rho(J_2)$  为扰动分子分布函数,

$$\sigma_{if, J_2}(b) = \pi \int_{b_0}^{\infty} 2b \cdot S_{if, J_2}(b) db, \quad (2)$$

式中

$$S_{if, J_2}(b) = \frac{C_n}{\hbar^2 v^2 b^n} \left\{ \sum_{j_1 i'} |\langle i \| Q_1 \| i' \rangle|^2 |\langle J_2 \| Q_2 \| J_2' \rangle|^2 \tilde{f}(k_i) - \sum_{j_1 i'} |\langle f \| Q_1 \| f' \rangle|^2 |\langle J_2 \| Q_2 \| J_2' \rangle|^2 \tilde{f}(k_f) \right\} \quad (3)$$

为碰撞算符,是碰撞半径  $b$  的函数。 $C_n$  为相互作用常数,对于偶极-偶极相互作用,  $n=4$ ,  $C_4 = \frac{4}{9}$ ; 偶极-四极相互作用,  $n=6$ ,  $C_6 = \frac{4}{45}$ ; 四极-四极相互作用,  $n=8$ ,  $C_8 = \frac{1}{25}$ 。 $i$  为始态,  $f$  为终态。 $Q_1$  为辐射分子相互作用算符,  $Q_2$  为扰动分子相互作用算符。 $k$  为共振因子,  $\tilde{f}(k)$  为共振函数。根据这些理论公式,我们编写了 Fortran 语言计算程序,对 N<sub>2</sub>O 分子差频带 ν<sub>3</sub>-ν<sub>1</sub> 中  $P$  支和  $R$  支各 50 条谱线作了计算。结果有正有负,正值表示紫移,负值表示红移。

实验测试在 10 米长多程试样池进行。用 He-Ne 激光作导光,调整 N<sub>2</sub>O 激光光路,使 N<sub>2</sub>O 激光通过试样池的光程达 80 m。N<sub>2</sub>O 激光在经试样池前后都用钽酸锂探测器接收。调节 N<sub>2</sub>O 激光器的选支光栅,求出 10 μm 波段不同支线经过试样池的吸收系数。根据试样池内气压情况,吸收系数应具洛仑兹线型。经最小二乘方拟合,得到 N<sub>2</sub>O 各不同振转谱线的压力位移量。结果与理论值比较如下(单位为 cm<sup>-1</sup>):

P(10), -0.195 × 10<sup>-3</sup>, 0.669 × 10<sup>-3</sup> (前者是实验值,后者为理论值); P(15): -0.247 × 10<sup>-3</sup>, -0.234 × 10<sup>-3</sup>; P(18): -0.632 × 10<sup>-3</sup>, 0.672 × 10<sup>-3</sup>; P(24): -0.143 × 10<sup>-2</sup>, -0.196 × 10<sup>-3</sup>; P(29): -0.813 × 10<sup>-3</sup>, -0.742 × 10<sup>-3</sup>; R(10): -0.213 × 10<sup>-3</sup>, 0.507 × 10<sup>-3</sup>; R(16): -0.544 × 10<sup>-3</sup>, 0.145 × 10<sup>-2</sup>; R(20): -0.139 × 10<sup>-3</sup>, -0.144 × 10<sup>-2</sup>; R(27): -0.909 × 10<sup>-3</sup>, -0.993 × 10<sup>-3</sup>; R(29): -0.351 × 10<sup>-3</sup>, -0.362 × 10<sup>-3</sup>。

本工作受中国科学院(83)科基金准字第 430 号资助。