

拉曼散射实验数据处理与分析

Zric 物理学系

一、 数据处理与分析

实验测量光源采用的是半导体激光器，波长为 532 nm，功率 ≥ 40 mW。实验测量样品包括四氯化碳、纯甲醇、无水乙醇以及 25% 甲醇 75% 乙醇混合溶液。

1.1 四氯化碳

对四氯化碳的拉曼散射原始数据进行了平滑去噪处理、主峰 (532nm) 强度截断、扣除主峰本底光强。使用程序拟合寻峰，得到峰位和强度数据，呈现如下：

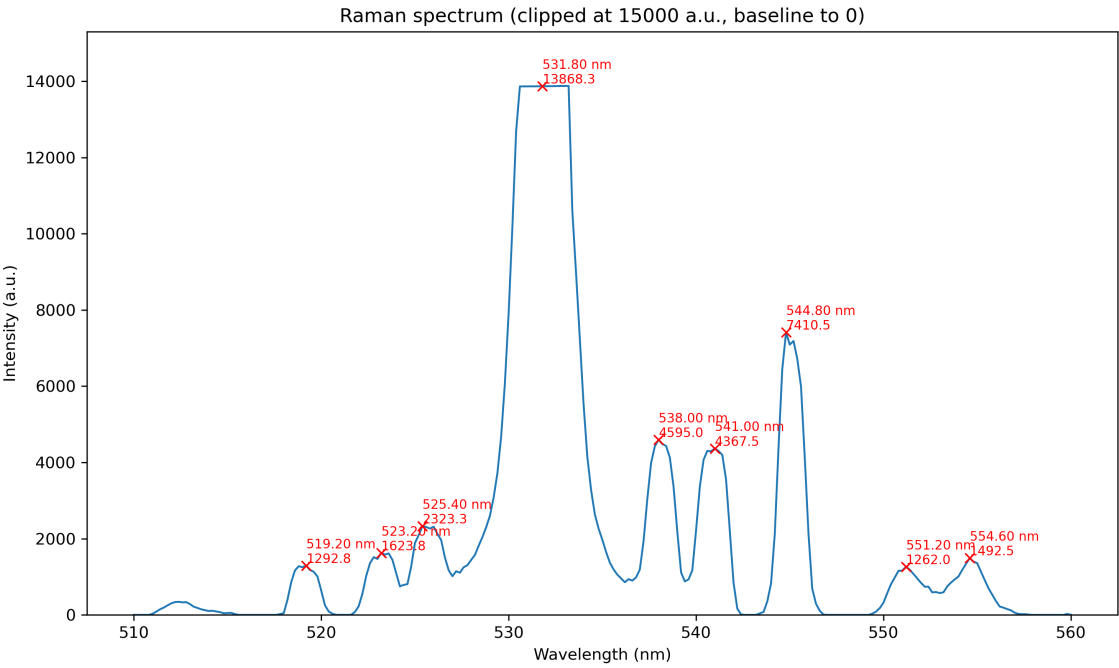


Figure 1 四氯化碳拉曼散射谱图

共有 9 个峰，对应波长如下表所示：

Table 1 四氯化碳拉曼散射峰位表（单位：nm）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
实验测量值	519.20	523.20	525.40	531.80	538.00	541.00	544.80	551.20	554.60

和参考实验结果符合较好，这里的 9 个峰分别对应四氯化碳的不同振动模式。

退偏度测量：

通过在出射光处和入射光处各加入一个偏振片，使入射光变为沿特定方向偏振光，再通过调节入射光狭缝处的偏振片方向，测量了不同偏振方向组合下的拉曼散射强度，得到如下数据：

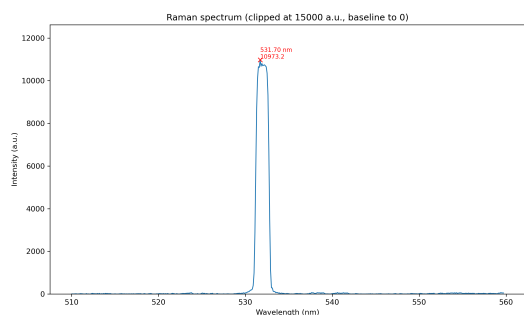


Figure 2 入射光垂直偏振，出射光垂直偏振

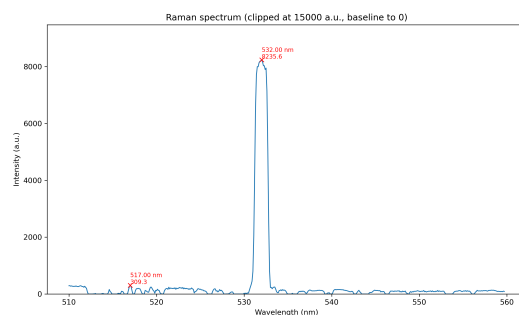


Figure 3 入射光垂直偏振，出射光平行偏振

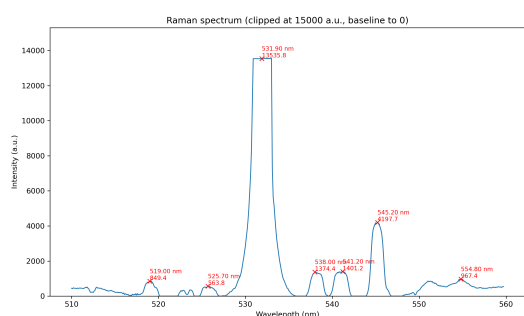


Figure 4 入射光平行偏振，出射光垂直偏振

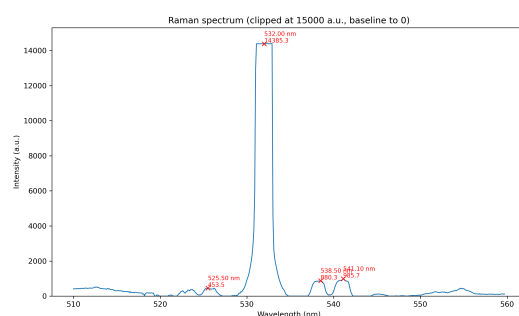


Figure 5 入射光平行偏振，出射光平行偏振

计算了各个峰的退偏度，结果如下表所示：

Table 2 四氯化碳拉曼散射峰退偏度表

波长 (nm)	519.20	523.20	525.40	538.00	541.00	544.80
$\rho_{//}(\frac{\pi}{2})$	0	0.009	0.007	0	0.002	0
$\rho_{\perp}(\frac{\pi}{2})$	0.04	0.43	0.55	0.46	0.53	0.04

观察 $\rho_{\perp}(\frac{\pi}{2})$, $\rho_{//}(\frac{\pi}{2})$ 可知散射光是部分偏振光。这里退偏度能反映了四氯化碳分子振动的对称性, 对称振动模式对应较小的退偏度, 反之亦然。

1.2 甲醇

对纯甲醇的拉曼散射进行了数据处理, 对数据去噪平滑, 扣除了主峰本底光, 得到峰位和强度数据, 呈现如下:

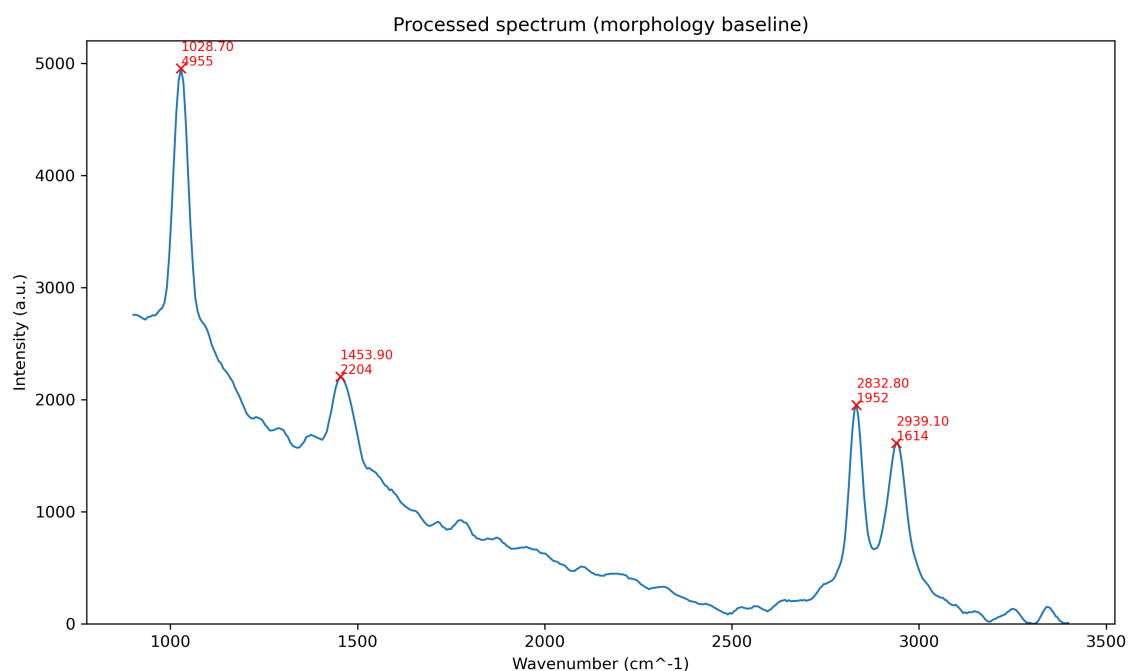


Figure 6 甲醇拉曼散射谱图

实验中共测得 4 个峰, 和参考实验结果相比, 第 5 个峰没有明显观测到, 因为这个峰的强度太小, 在噪声背景下无法凸显识别出来。

Table 3 甲醇拉曼散射峰位对比表 (单位: cm^{-1})

	1	2	3	4	5
本实验测量值	1028.70	1453.90	2832.80	2939.10	-
参考值	1016.1	1438.9	2845.5	2961.7	3312.3

1.3 无水乙醇

无水乙醇的拉曼散射数据处理同上，得到峰位和强度数据，呈现如下：

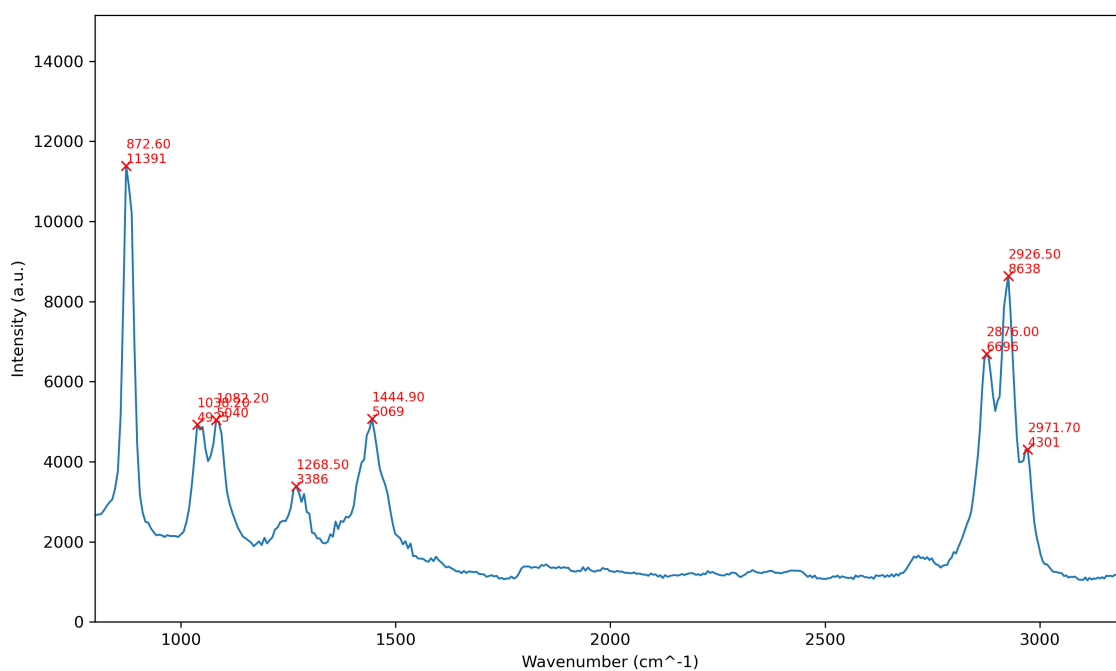


Figure 7 无水乙醇拉曼散射谱图

实验中共测得 8 个峰，和参考实验结果相比，基本吻合。

Table 4 无水乙醇拉曼散射峰位对比表（单位：cm⁻¹）

	1	2	3	4	5	6	7	8
本实验测量值	872.60	1038.20	1082.20	1268.50	1444.90	2876.00	2926.50	2971.70
参考值	840.4	1006.6	1050.8	1237.7	1411.7	2873.4	2924.0	2969.2

1.4 乙醇甲醇混合溶液

25% 甲醇和 75% 乙醇混合溶液的拉曼散射数据，呈现如下：

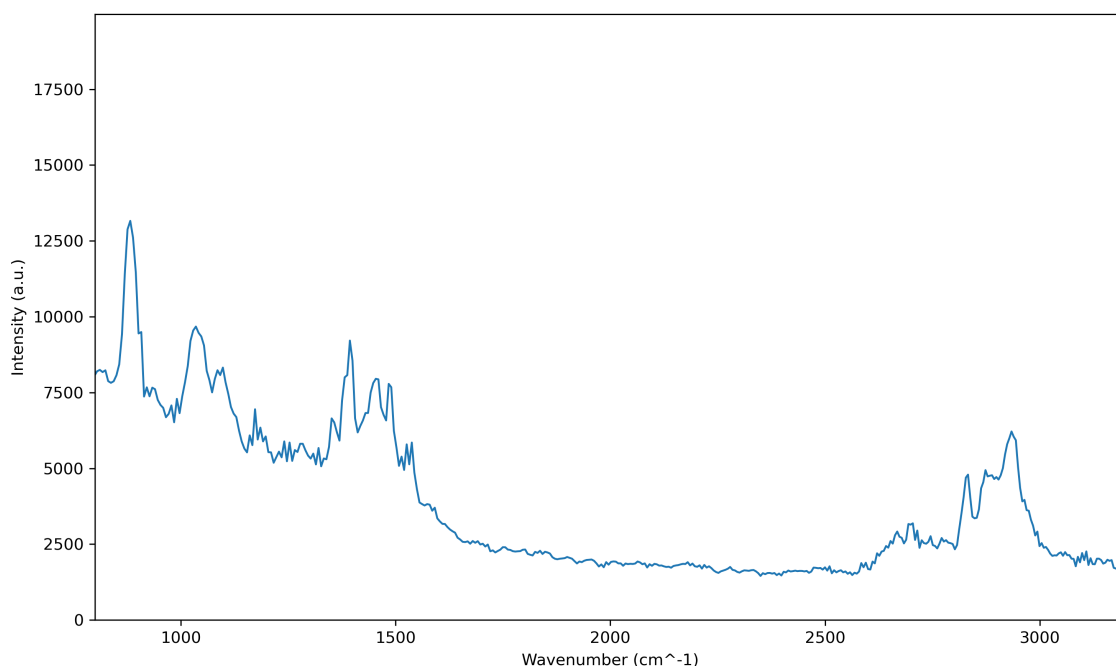


Figure 8 25% 甲醇 75% 乙醇混合溶液拉曼散射谱图

这里我们的测量效果不理想，只有少数几个峰能够明显观测到，其他峰都被噪声淹没了。最可能的原因是我们这里的光路的出射狭缝和入射狭缝没有调节好，导致信号采集效果不佳，对散射峰的测量精度因此降低。次可能的原因是混合溶液存在较多杂质，导致拉曼散射信号被掩盖。

二、 实验结论

本实验测量了四氯化碳、纯甲醇、无水乙醇以及 25% 甲醇 75% 乙醇混合溶液的拉曼散射光谱，并对数据进行了处理和分析。实验结果与参考数据基本吻合，验证了不同物质溶液的拉曼散射光谱的特征峰位，推偏度和强度分布规律。实验中也发现了一些问题，如混合溶液的测量效果不佳，提示我们在实际操作中需要更加注意光路调节和样品纯度等因素。