

## 1-3 塞曼效应

### 实验目的和要求:

了解塞曼效应的重要意义和原理; 学习调节光路, 学习使用高分辨气压扫描式法布里-珀罗标准具 (F-P) 和光谱测量技术; 观测和研究 Hg 放电灯的 546.1nm 光谱线在外磁场作用下的塞曼分裂现象和谱线的超精细结构; 根据实验结果研究原子能级结构, 获得有关分裂能级的参量。

### 教学内容:

1. 计算 Hg 灯 546.1nm 光谱线在磁场作用下分裂的各子谱线的条数、偏振方向、波数变化, 和相对强度, 作出能级分裂图和光谱分裂示意图。
2. 调节光路的准直和共轴, 调节 F-P 标准具的平行度; 观察 F-P 标准具产生的等倾干涉圆环随 F-P 内空气折射率的变化; 通过气压扫描, 用光电倍增管扫描测量 546.1nm 光谱线的强度随气压的变化, 要求达到高分辨率, 观测到超精细结构。
3. 加垂直观测方向的磁场, 观察 F-P 后干涉圆环的分裂、分裂环的相对强度和偏振状态; 用气压扫描测量 546.1nm 谱线分裂出的 9 条光谱, 测量不同偏振状态下的光谱。
4. 分析塞曼分裂谱, 计算各分裂子谱线的波数差和相对强度, 并与理论值作比较, 求荷质比; 从塞曼分裂谱中分析得到原子能级的 J 量子数和 g 因子。

**实验过程中可能涉及的问题** (有的问题可用于检查学生的预习情况, 有的可放在实验室说明牌上作提示, 有的可在实验过程中予以引导, 有的可安排为报告中要回答的问题, 有的可作为进一步探索的问题。不同的学生可有不同的要求。)

塞曼效应是如何产生的? 原子在外磁场下的能级分裂由哪些因素决定? 根据你的理论计算, 在 1T 磁场的帮助下, Hg546.1nm 光谱线分裂成几条谱线? 分裂谱线的偏振态为什么不同? 分裂谱线的相对强度是多少? 分裂谱线的波数差为多少  $\text{cm}^{-1}$ ? 本实验通过什么方法分辨测量这么窄的光谱分裂? F-P 的自由光谱范围如何定义, 在实验中有什么作用? 用气压扫描式 F-P 标准具实现高分辨光谱测量的实验条件有哪些 (光路, 平行度, 准直, 光电倍增管前加小孔光阑...)? 随着 F-P 内气压即空气折射率的变化, 为什么可以观测到分裂谱线重复出现? 如何把实验测量结果中光强随气压的变化, 标定转化为, 光强随谱线波数的变化? 此种标定的前提条件是什么? 如何尽量减少相邻谱线的互相影响? 如果谱线的裂距和强度与理论计算有偏差, 可能是什么原因造成的?

### 实验装置说明:

1. 光源及磁场: Hg 灯与电源 (注意 Hg 灯上高压的安全), 电磁铁与电源 (注意电磁铁发热效应, Hg 灯为何需置于磁场中心?)
2. 光谱测量: 透镜、偏振片和干涉滤光片 (各起什么作用?); 气压扫描式 F-P 标准具、成像透镜和带小孔光阑的光电倍增管 (各起什么作用, 如何调节, 观察到的光学现象?)
3. 控制和数据采集: 气压扫描控制器 (注意在升压状态下测量), 光电倍增管电源系统 (注意屏蔽背景光后加高压使用), 计算机数据采集 (实验测量的是什么物理量?)

### 实验的主要内容和问题:

1. Hg 灯置于电磁铁中央, 在垂直磁场方向观测光谱 (平行磁场方向的塞曼分裂光谱会有什么不同? 测量方案上有何不同?)
2. 调节整体光路, 使 Hg 灯像、等倾干涉圆环的中心、以及观测点的中心达到准直、共心、共轴。(为什么有这些要求? 如何逐步调节并判断?)
1. 调节 F-P 标准具的平行度。(这部分调节对测量塞曼分裂谱很重要, 为什么? 如何通过粗调和细调来判断 F-P 标准具各方向的间距是否一致? F-P 标准具的平行度如何在 Hg 的 546.1nm 谱线的测量中反映出来?)
4. 加入射窗带小孔光阑的光电倍增管, 确认光电倍增管与 F-P 共轴。(为什么要在光电倍增管的入射窗加小孔光阑? 为什么需进一步确认共轴?)
5. 测量 546.1nm 谱线的光强随气压变化曲线, 当光谱显示系统调节达到要求再加磁场。测量其 9 条分裂光谱线的光强随气压变化曲线。(如何从 546.1nm 谱线中判断系统调节

达到要求？可能影响谱线的原因有哪些？）

6. 加偏振片并调节偏振片方向，观察塞曼分裂谱中 $\pi$ 偏振和 $\sigma$ 偏振谱线，用气压扫描法测量其强度，与 9 条分裂谱线的测量作对比。（如何通过观察等倾干涉圆环判断偏振方向？）
7. 讨论实验结果。

### 实验报告要求：

报告中要求有详细的理论计算，画出规范的能级分裂图和光谱分裂图。此实验数据处理内容较多，要求列出两个完整分裂谱线的数据并计算谱线的平均裂距和相对强度，计算荷质比。要求分析实验误差的原因。对光谱图要求完整标出图名，轴名和各谱线的测量条件，以及自由光谱范围。根据 Hg 的 546.1nm 谱线的塞曼分裂光谱，分析确定能级的 J 量子数和 g 因子。