

光纤光谱仪的应用

陈依皓

(北京师范大学 物理学系, 北京 100875)

摘要: 本次实验的目的是: 了解光谱分析的基本原理; 掌握光纤光谱仪的基本使用方法; 了解光谱分析在物理研究中的应用。

关键词: 光谱分析, 光纤光谱仪

中图分类号: Oxx

文献标识码: A

文章编号: 1000-0000(0000)00-0000-00

1 引言

光谱是电磁辐射的强度按照波长有序排列的图谱。通过对光谱的研究, 人们可以了解原子、分子的能级与几何构型、固体的能带及其中杂质的能级等多方面的微观性质。

2 实验原理

2.1 光纤光谱仪的结构和工作原理

本实验所用光纤光谱仪, 结构如下图所示

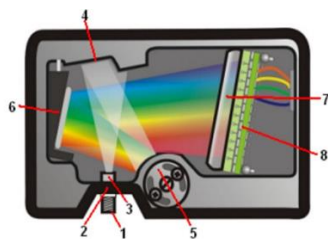


图1 USB2000+光纤光谱仪内部结构

1. SMA 光纤接口 2.狭缝 3.滤光片 4.准直镜 5.光栅 6.聚焦镜 7.探测器聚光透镜 8.线阵 CCD

被测光通过光纤传输到光谱仪的入射接口, 通过固定狭缝照射到准直镜上。光经准直器之后形成平行光照射到反射。

经过光栅衍射, 出射光按波长不同分散到不同的角度。色散分开的光经过聚焦镜反射, 被探测器聚光透镜汇聚, 最终被线阵 CCD 接收, 转变为电信号输送到计算机显示, 完成光谱的测量。

光栅光谱仪的输出信号本质上是由在一定取样时间内各个感光单元积累的电荷量组成的一维数组。要把输出信号转换成光谱, 需要做波长定标和强度定标。波长定标是把数组的指标转换成光的波长: 测出一系列已知光谱线的位置, 再用光滑函数拟合这个对应关系。

2.2 用光谱仪测量光谱

光谱仪最直接的应用是测量光源的发射谱。发射谱可分为线状光谱和连续光谱。线状谱最重要的信息是光谱线的波长。

除了发射光谱, 经常还会用光谱仪测量材料的透过率、吸光度或反射率随波长变化的曲线。

在测量透过率时, 需要先测量光源的光谱, 记作 $I_0(\lambda)$, 然后在光源与探头之间插入待测样品, 测量透过光的光谱 $I_T(\lambda)$

透过率定义为

$$T(\lambda) = \frac{I_T(\lambda)}{I_0(\lambda)} \times 100\%$$

在测量吸收率曲线时, 光源的光谱必须是连续的, 而且扩展范围越宽越好。

吸光度定义为

$$A(\lambda) = \log_{10} \left(\frac{I_0(\lambda) - I_D(\lambda)}{I_T(\lambda) - I_D(\lambda)} \right)$$

注意透过率曲线与吸光度曲线中的峰的意义是相反的: 透过率高对应吸光度低, 反之亦然。

3 实验内容

3.1 验证光谱仪波长标定的准确性

3.2 测量不同光源的发射光谱

3.2.1 测量氢原子光谱, 计算 Rydberg 常数

3.2.2 测量 He, Ne, N 气体放电灯的光谱, 分析特征

3.2.3 测量太阳光谱, 识别夫琅禾费吸收线

3.2.4 测量激光和 LED 的光谱, 比较特征峰的位置与宽度

3.3 用溴钨灯为光源, 测量不同滤色片的透过率曲线, 分析曲线形状与透光颜色的关系

3.4 测量液体的吸收光谱, 分析液体对光的吸收特性。

4 预习思考题

4.1 说明光谱仪的工作原理。

被测光通过光纤传输到光谱仪的入射接口, 通过固定狭缝照射到准直镜上。光经准直器之后形成平行光照射到反射。

经过光栅衍射, 出射光按波长不同分散到不同的角度。色散分开的光经过聚焦镜反射, 被探测器聚光透镜汇聚, 最终被线阵 CCD 接收, 转变为电信号输送到计算机显示, 完成光谱的测量。

4.2 如何检验光谱仪测量波长的准确性?

测出一系列已知光谱线的位置, 再用光滑函数拟合这个对应关系。将测得的各个不同颜

色的光的波长和已知的波长相比较, 如果差距不大, 则说明光谱仪测量波长较为准确。

4.3 如何估算光谱仪的波长分辨率?

用光谱仪测量 Hg 灯的特征谱线, 此时光谱仪显示的光谱线展宽反映了光谱仪的波长分辨率。应当注意: 谱线宽很可能并非谱线的实际宽度, 当谱线宽在光谱仪有限波长分辨率之内时, 测出的宽度是实际宽度, 当谱线宽在光谱仪有限波长分辨率之外时, 测出的宽度只是光谱仪有限波长分辨率的体现。

4.4 在测量吸光度和透过率时, 为什么需要连续谱光源?

因为测量吸光度和透过率需要得到所以波长的数据形成吸光度曲线和透过率曲线, 非连续光只有一些特定波长的光, 不能反映所以波长的吸光度和透过率, 不能测出曲线。

4.5 测量吸光度和透过率时, 为什么要减去暗光谱? 如何测量暗光谱?

测量得到的光谱实际上是光源的光谱加上暗光谱, 透过的待测样品的影响, 不能反映吸光度和透过率, 如果不减去, 会使吸光度和透过率偏大。要测量暗光谱, 只需在关闭光源的情况下测量此时的光谱即可。

参考文献

[1] 北京师范大学物理实验教学中心. 普通物理实验讲义 II, 2023

Application of Optical Fiber Spectrometer

CHEN Yi-hao

(Department of Physics, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The purpose of this experiment is: to understand the basic principle of spectral analysis; Master the basic use of optical fiber spectrometer; Understand the application of spectral analysis in physics research.

Key words: spectral analysis, fiber optic spectrometer