|  |
| --- |
| **一、实验目的：**  光栅光谱仪是将成分复杂的光分解为光谱线的科学仪器。作为光谱分析的重要仪器之一,已被广泛应用于颜色测量、化学成分的浓度测量或辐射度学分析、膜厚测量、气体成分分析等领域中.  在本实验中,要求了解光谱学的基础知识。了解光棚光谱仪的工作原理,掌握利用光栅光谱仪进行光谱测量的技术,初步了解分析分子、原子结构的方法,提高学生对知识的综合运用能力和解决实际问题的能力 |
| **二、实验原理：**  **一、光谱：**  光谱是由原子内部运动的电子受激发后由较高能级向较低能级跃迁产生的,各种物质的原子内部电子的运动情况不同,所以它们发射的光谱也不同,通过对原子、分子光谱的研究可了解原子、分子内部的结构,或对样品所含成分进行定性和定量分析。根据研究光谱方法的不同。习惯上把光谱区分为发射光谱、吸收光谱与散射光谱。这些不同种类的光谱。从不同方而提供物质微观结构。本实验中主要用光栅光谱仪研究发射光谱。  发射光谱从形状上来说可分为三种:线状光谱、带状光谱和连续光谱。线状光谱主要产生于原子。所以也叫原子光谱,带状光谱主要产生于分子,所以也叫分子光谱,连续光谱则主要产生于白炽的固体或气体放电。线状光谱和带状光谱的示意图如图3-16-1所示.    线状光谱对元素具有特征性和专一性,称为元素的特征光谱。通过检测特征光谱就可以知道样品中的元素种类,这就是光谱的定性分析方法。根据谱线强度可以得出元素浓度,这就是定量分析方法,本文不做详细介绍  **二、光栅的基础知识：**  **1.光栅方程**  光栅是直接影响光谱仪性能的核心色散器件。光栅是由一系列等宽又等向距的平行狭缝组成。如图3-16-2所示的光栅 G ,由 N 条宽度为 a 的狭缝组成,相邻狭缝之间不透光部分的宽度 b ,则光栅总宽度为  W = N ( a 十 b ) （1）  其中 d = a 十 b ,称为光栅常数,是表征光栅特性的重要参数。  一束波长为入的单色平行光垂直入射到光棚上,透过每一狭缝的光都要发生衍射,沿某一方向传播的各狭缝的衍射光经过透镜后会聚在焦平面上而相互干涉,形成一系列略背景下的亮条纹,称为谱线。形成亮条纹的条件为  （2）  式(2)称为光栅方程, k 为光谱线的级数,是第k级谱线对应的衍射角。若光栅常数d-a+ b 已知,用分光计测出第 k 级谱线相应的衍射角,由式(2)可求出光波波长λ。如果入射光为包含多种不同波长的复色光,除零级谱线外,同一级条纹( k 相同)的衍射角与入射光的波长有关。将各种波长的同一级次条紋合成的整体称为光栅的衍射光谱。    **2.光栅的两个重要特性**  1)分辩本领 R ：  依照瑞利判据波长λ的 k 级主最大恰好和（λ-Δλ)的k级主最大外侧第一个零光强点相重合时,则λ和（λ-Δλ)两条谱线恰可被分辨,我们定义分辨本领 R =λ/Δλ,可以推导出光栅分辨本领 R 的表达式为    即使用的光栅刻痕 N 、光谱级次 k 越大,分辨本领 R 就越大,可分辨的Δλ就越小。2)角色散 D：  定义角色散 D 为同一级次中,两谱线主最大衍射角之差Δ和波长差Δλ之比,即    角色散描述了分光元件将光谱散开能力的大小。  **3.光栅的选择**  实验中,光栅的选择要考虑如下因素：  (1)闪耀波长。闪耀波长为光栅最大衔射效常点,因此选择光栅时应尽量选择闪耀波长在实验需要波长的附近。如实验为可见光范围,可选择闪耀波长为500 nm .  (2)光栅刻线。光栅刻线多少直接关系到光谱分辨率,刻线多光谱分辨率高,刻线少光谱覆盖范围宽,两者要根据实验灵活选择。  (3)光栅效率。光栅效率是衍射到给定级次的单色光与人射单色光的比值。光栅效率愈高,信号损失愈小。为提高此效率,除提高光栅制作工艺外,还采用特殊镀膜,提高反射效率。  **三、光振光谱仪的基本结构和光路**  光谱仪的基本结构如图3-16-3所示。它由人射狭缝 S1 、准直球面反射镜 M1 ,、光栅 G 、聚焦球面反射镜 M2 ,以及输出狭缝 S2 ,构成。    衍射光栅是光栅光谱仪的核心色散器件。人射光经光栅衍射后,相邻刻线产生的光程差 Δ = d ( sinα 土sinβ). α 为人射角, β为衍射角,则光栅方程为    式中 d 为光栅常数, λ 为入射光波长, k 为衍射级次, k 取0,士,士2,…式中的“±”号选取规则为:入射角和衍射角在光栅法线的同侧时取正号。在法线两侧时取负号。如果入射光为正入射α=0。光栅方程变为 d sinβ=kλ。  衍射角度随波长的变化关系,称为光栅的角色散特性,当入射角给定时,可以由光栅方程导出:    复色光人射狭缝 S1 后,经 M2 ,变成复色平行光照射到光栅 G 上,经光栅色散后,形成不同波长的平行光東以不同的衍射角度出射. M2 ,将照射到它上面的某一波长的光聚焦在出射狭缝 s2 ,上,再由 s2 后面的电光探测器-记录该波长的光强度。光栅 G 安装在一个转台上。当光栅旋转时,就将不同波长的光信号依次聚焦到出射狭缝上。光电探测器记录不同光栅旋转角度(不同的角度代表不同的波长)时的输出光信号强度。即记录了光谱。这种光谱仪通过输出狭缝选择特定的波长进行记录,称为光栅单色仪。    在使用单色仪时,对波长进行扫描是通过旋转光栅来实现的。通过光栅方程可以给出出射波长和光栅角度之间的关系(如图3-16-4所示)为    其中,η为光栅的旋转角度,为人射角和衍射角之和的一半,对给定的单色仪来说¢为一常数。 |
| **三、实验仪器：**  光栅光谱仪： |
| **四、实验内容和步骤：**   1. 光栅光谱仪的波长校准。   实验要求：  U检查仪器波长准确度可用氛灯、钠灯(标准值为589.0 nm和 589.6 nm)、汞灯以及其他已知光谱线的光源来进行。  (1)调节光源，使其在单色仪的波长范围内有最大输出。  (2)根据能量信号的大小调节入射狭缝和出射狭缝。  (3)软件系统的操作请参照附录1。   1. 扫描钨灯光源吸收前后的光谱。   实验要求:  (1)调节光源,使其在单色仪的波长范围内有最大输出。  (2)根据能量信号的大小调节入射狭缝和出射狭缝。  (3)软件系统的操作请参照附录1。 |
| **五、数据记录：**  姓名 组号：  （本实验电脑自动测量，自带U盘拷贝数据）   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 | 波长 | 测量值 | 序号 | 波长 | 测量值 | 吸收率 | | 0 | 200 | 29 | 0 | 200 | 25 | 0.137931034 | | 1 | 201 | 29 | 1 | 201 | 25 | 0.137931034 | | 2 | 202 | 29 | 2 | 202 | 25 | 0.137931034 | | 3 | 203 | 28 | 3 | 203 | 25 | 0.107142857 | | 4 | 204 | 29 | 4 | 204 | 25 | 0.137931034 | | 5 | 205 | 28 | 5 | 205 | 25 | 0.107142857 | | 6 | 206 | 29 | 6 | 206 | 25 | 0.137931034 | | 7 | 207 | 28 | 7 | 207 | 25 | 0.107142857 | | 8 | 208 | 28 | 8 | 208 | 25 | 0.107142857 | | 9 | 209 | 28 | 9 | 209 | 25 | 0.107142857 | | 10 | 210 | 28 | 10 | 210 | 25 | 0.107142857 | | 11 | 211 | 28 | 11 | 211 | 25 | 0.107142857 | |
| **六、数据处理：**   1. **作出钨灯光源吸收前后的光谱图。**   图1 钨灯光谱   1. **做吸收率随波长的变化图。**   图2吸收率随波长的变化图  描述：   1. 两条钨灯光谱都分别呈现出两个峰值，且峰值对应的波长对应相等。   在加入玻璃片后，钨灯发出的光一部分被玻璃片吸收而减弱，因此检测到的光强小于无玻璃片时的光强。但曲线的总体形状不变。 |
| **七、结果陈述**  根据测量数据成功画出了溴钨灯的放置玻璃片前后光谱图以及吸收率随波长的变化图，在加入玻璃片后，钨灯发出的光一部分被玻璃片吸收而减弱，因此检测到的光强小于无玻璃片时的光强。但曲线的总体形状不变。 | |
| **八、实验总结与思考题**  **1.实验总结**  通过本次实验，加深了多光谱学基础知识和光栅光谱仪工作原理的了解；并使用光栅光谱仪，利用计算机绘制出钨灯的光谱图。  **2.思考题**  （1）查找相关资料，阐述光谱定性分析的基本原理，说明光谱定性分析的过程  答：基本原理：由于各种元素的原子结构不同，在光源的激发作用下，可以产生各自的特征谱线，其波长是由每种元素的原子性质决定的，具有特征性和唯一性，因此可以通过检查谱片上有无特征谱线的出现来确定该元素是否存在，这就是光谱定性分析的基础。  过程：①能源提供能量；②能量与被测物质 相互作用；③产生被检测讯号。  （2）设计外部入射电路，能够接收并扫描太阳光的光谱  答： | |
| 指导教师批阅意见： | |
| 成绩评定：   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **预习**  （20分） | **操作及记录**  （40分） | **数据处理**  (20分) | **结果陈述**  (10分) | **思考题**  (10分) | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  |  | | |