

第3章 光谱测量技术

光谱测量技术是一种通过分析物质对不同波长光的吸收、发射或散射来获取物质特性的重要方法。它被广泛应用于光学、化学、生物、材料等领域,可以用于物质成分分析、质量控制、环境监测、医学诊断等方面。本章共安排了8个实验,涵盖了棱镜光谱仪、光栅光谱仪、法布里-珀罗干涉仪、弗兰克-赫兹管、拉曼光谱仪、X射线衍射仪、CCD相机、四极质谱仪等光谱分析器材的使用和光谱特性分析研究等。通过本章学习,掌握光谱测量技术的基本原理、常用器材的操作方法,了解光学器材的工作原理和性能参数的测试方法。同时,通过实验的设计和操作,培养实验设计、数据处理和结果分析的能力,提高实验操作的技巧和实验思维的培养。

3.1 棱镜摄谱仪测量汞灯光谱实验

常见光谱仪有两种:棱镜摄谱仪和光栅光谱仪。棱镜摄谱仪是以棱镜为色散元件的摄谱仪,常用于原子元素分析。不同元素的原子具有不同结构,受激发后辐射的光波光谱也不同,通过测量和分析物质的发射光谱,不仅可以定性地分析待测物质中各元素的组分,还可以定量地确定每种元素的含量,这种分析方法被称为光谱分析法。

1. 实验目的

- (1) 了解棱镜摄谱仪的构造及原理。
- (2) 掌握棱镜摄谱仪的调节方法和摄谱技术。
- (3) 学会用照相法测定汞灯光谱线的波长。

2. 实验器材

小型棱镜摄谱仪,汞灯光源,读数显微镜等。

3. 实验原理

1) 棱镜摄谱仪的基本光路

棱镜摄谱仪的基本光路如图3.1所示,狭缝 S_1 和准直镜(平行光管) L_1 组成准直系统,将待测光先行会聚到狭缝上,以增加光强;棱镜 P 作为色散元件,把投射到第一折射面的不同波长的平行光,经折射后分成沿不同方向的平行光(物质的折射率与波长相关);照相物镜 L_2 和焦平面 F 处的记录材料组成光谱的接收系统。物镜 L_2 能将不同方向的平行光依



次会聚在焦平面上,形成光谱,为使整个光谱都清晰,焦平面 F 的方位必须细心调节。

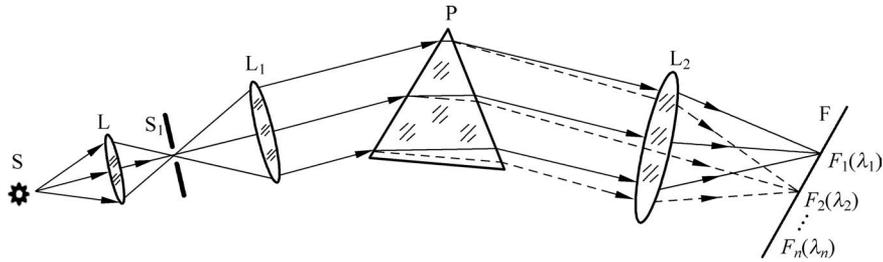


图 3.1 棱镜摄谱仪的基本光路

F_1, F_2, \dots, F_n 分别是波长为 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ 的光在焦平面上得到的光谱线,即为相应波长所成的狭缝的像。各条光谱线在底板上按波长大小排列就形成了被摄光源的光谱图。若光源辐射的波长 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ 为离散值,则摄得的光谱图也是分离的,即线光谱;若光源辐射的波长为连续值,则摄得的光谱图是连续光谱。

2) 棱镜摄谱仪的基本构造

本实验用的小型玻璃棱镜摄谱仪,可用来拍摄可见光区域的光谱。其结构与图 3.1 所示的基本相同,但由于采用恒偏棱镜代替三棱镜 P,因此,它的照相装置中光学系统的光轴与准直管的光轴垂直,如图 3.2 所示。

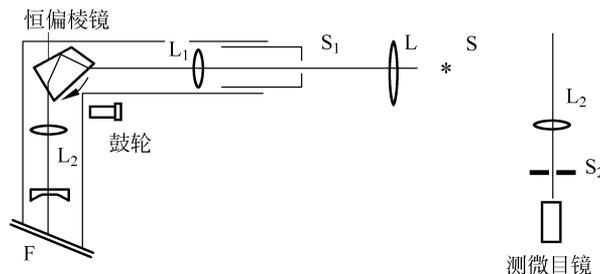


图 3.2 棱镜摄谱仪的基本构造

(1) 准直管。

准直管由狭缝 S_1 和透镜 L_1 组成。 S_1 位于 L_1 的物方焦平面上。被分析物质发出的光射入狭缝,经透镜 L_1 后就成为平行光。实际使用中,为了使光源 S 射出光在 S_1 上具有较大的光照度,在光源与狭缝之间放置会聚透镜 L,使光束会聚在狭缝上。

(2) 棱镜部分。

主要由一个(或几个)棱镜构成,利用棱镜的色散作用,将同方向不同波长的平行光分解成不同方向的平行光。

(3) 读谱装置。

光谱接收部分实际上就是一个照相装置。它包括透镜 L_2 和放置在 L_2 像方焦平面上的照相底板 F,透镜 L_2 将棱镜分解开的各种不同波长的单色平行光聚焦在照相底板 F 的不同位置上。由于透镜对不同波长光的焦距不同,当不同波长的光经 L_2 会聚后焦点并不分布在与光轴垂直的同一平面上,所以必须适当地调整照相底板 F 的位置和角度,方可清晰地记录各种波长的谱线。

读谱可以用测微目镜,控制丝杆、鼓轮水平方向左右移动目镜,使目镜内的叉丝对准被测谱线中心,即可测量各条谱线的位置。

3) 线性插入法求待测波长

这是一种近似的测量波长的方法。一般情况下,棱镜是非线性色散元件,但是在一个较小的波长范围内(约几个纳米内),可以认为色散是均匀的,即谱线在底线上的位置和波长有线性关系,如波长为 λ_x 的待测谱线位于已知波长 λ_1 和 λ_2 谱线之间,如图 3.3(a)所示,它们在底片上的位置可用读数显微镜测出,如用 d 表示谱线波长 λ_1 和 λ_2 的间距,用 x 表示 λ_1 和 λ_x 的间距,那么待测谱线波长 λ_x 为

$$\lambda_x = \lambda_1 + \frac{x}{d}(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (3.1)$$



图 3.3 插入法求待测波长的方法

如波长为 λ_x 的待测谱线位于已知波长 λ_1 和 λ_2 谱线之外,如图 3.2(b)所示,则它们在底片上的位置可用读数显微镜测出,如用 d 表示谱线波长 λ_1 和 λ_2 的间距,用 x 表示 λ_1 和 λ_x 的间距,那么待测谱线波长 λ_x (λ_x 在 λ_2 的右侧结果也一样)为

$$\lambda_x = \lambda_1 + \frac{x}{d-x}(\lambda_1 - \lambda_2) \quad (3.2)$$

4. 实验内容与步骤

1) 摄谱仪的调节

(1) 调节共轴,将光源 S 置于准直物镜 L_1 的光轴上。调节时,先将汞灯点亮预热,竖直放置且与入射缝等高,沿摄谱仪的底座导轨将汞灯移远,从暗盒中央观察摄谱仪,调整光源的位置,使光源的像位于照相物镜 L_2 的中央。此时,汞灯位于 L_1 的光轴上。

(2) 在光源与狭缝 S_1 之间加入聚光照明透镜 L,调节透镜 L 的位置,使光源的像落在入射缝上。若更换光源,只需调整光源的位置,透镜 L 的位置无须变动,确保光源始终处在准直物镜 L_1 的光轴上。

(3) 取掉狭缝罩盖,在放置照相底板的位置放一块毛玻璃,即可看到汞灯的线光谱。调节照相物镜位置和缝宽,注意观察毛玻璃上所有谱线是否全部清晰,若不清晰还需调节暗匣相对于系统轴线的倾角。

2) 测量待测谱线的波长

(1) 在靠近待测波长 λ_x 的两侧,选两条波长 λ_1 和 λ_2 已知的谱线,用读数显微镜测出三条谱线(λ_1 , λ_2 和 λ_x)在底板上对应位置的数值 n_1 、 n_2 和 n_x ,求出 λ_x 值。

(2) 再选两条距 λ_x 稍远的谱线,同上测量并求 λ_x ,比较其差异。

5. 数据记录与处理

填写表 3.1。



表 3.1 棱镜摄谱数据记录表

次数	黄 n_1/mm	绿 n_x/mm	紫 n_2/mm	$n_x - n_1/\text{mm}$	$n_2 - n_1/\text{mm}$	λ_x
1						
2						
3						
4						
5						
6						

计算公式为： $\lambda_x = \lambda_1 + \frac{x}{d}(\lambda_2 - \lambda_1) = \lambda_1 + \frac{n_x - n_1}{n_2 - n_1}(\lambda_2 - \lambda_1)$ 。

6. 注意事项

- (1) 避免将缝宽调到零,以免损坏刀口。
- (2) 实验过程中要注意避免回程误差。
- (3) 测光谱时要注意对齐同一侧读数。

7. 思考题

- (1) 测量光谱的底片为什么要有一个倾角?
- (2) 安装底片要在什么条件下进行?
- (3) 测量底片时要注意什么?

3.2 光栅光谱仪测量氢光谱实验

光栅光谱仪是一种基于光栅衍射的分光原理进行分光的光谱仪,能将入射光分解成一系列具有不同波长和强度的光谱线。当入射平行光线通过光栅时,由于光栅的周期性结构,光会发生衍射,形成一系列不同衍射角的平行光束,每个衍射角对应着特定的波长。这些光束会聚到检测器上,形成各分立的光谱。若探测器位置固定,可通过控制光栅的旋转角度,获得对应波长的输出光谱。这些光谱信息可以用于物质的识别、浓度测量、化学反应动力学研究等领域。

1. 实验目的

- (1) 掌握光栅光谱仪的工作原理和使用方法,学习识谱和谱线测量等基本技术。
- (2) 通过光谱测量了解一些常用光源的光谱特性。
- (3) 通过所测得的氢(氘)原子光谱在可见和近紫外区的波长验证巴尔末公式。

2. 实验器材

钠灯,光栅,光学系统,样品室,检测器,光谱仪控制系统,数据采集和分析系统,光路支架,光学滤波器,光密封容器等。

3. 实验原理

光栅光谱仪是一种用光栅分光的光谱仪,是光谱测量中最常用的器材。其基本结构如图 3.4 所示。它由入射狭缝 S_1 、光栅 G 、准光镜 M_1 、反射镜 M_2 、物镜 M_3 ,以及出射狭缝 S_2 构成。

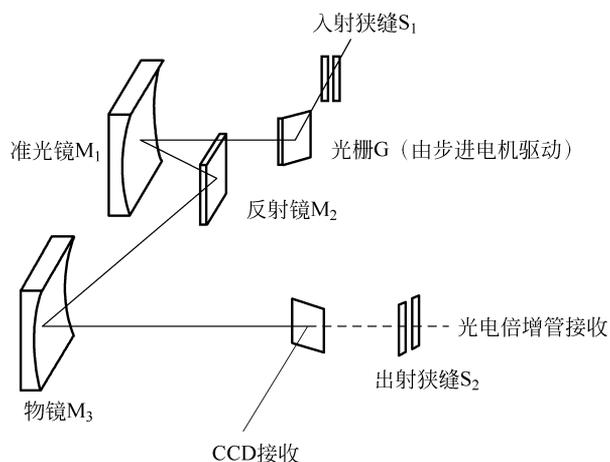


图 3.4 光栅光谱仪光路图

复色入射光进入狭缝 S_1 后,经光栅 G 衍射后,不同波长的光束以不同的衍射角出射到准光镜 M_1 上,物镜 M_3 将照射到它上面的某一波长的光聚焦在出射狭缝上,再由后面的光电探测器记录该波长的光强度。

光栅光谱仪的色散元件为闪耀光栅。将光栅安装在一个步进电机上,当光栅移动时,从出射狭缝出来的光的波长和强度都在变化,用光电探测器记录不同波长的光信号及强度,即为光谱。

4. 实验内容及步骤

1) 光谱仪波长修正

认真阅读光谱仪介绍部分或阅读光谱仪说明书,弄清光谱仪扫描、波长修正和定点扫描等功能的应用。调节 S_1 、 S_2 缝宽, S_1 、 S_2 缝宽大小决定了谱线精细程度,通常缝宽越小谱线的分辨率越高,但谱线强度越低。实验中,可按不同的测量要求,选择合适的缝宽。

打开计算机,打开光谱仪电源开关,打开钠(汞)灯。用鼠标单击运行光谱仪控制软件,选择光电倍增管,耐心等待器材初始化工作结束(5 min)。测量钠光灯双线 589.0 nm、589.6 nm(或汞灯 546.1 nm 线):在“能量”模式下,用“单程扫描”得到该标准谱线附近(范围:±5 nm,间隔:0.1 nm)的强度分布;用“自动寻峰”找到谱线的峰值位置,若峰值位置与标准谱线波长不符,则用“波长修正”对光谱仪进行波长校正。

2) 典型光源光谱测量

分别选择合适的“扫描范围”和“间隔”,对热辐射源(白炽灯)、发光二极管、汞灯 546.1 nm 线(或氢灯 656.28 nm 线)进行光谱测量,求出光谱的半高宽。画出该谱线强度分布简图,并求出相干长度。

在测量时要注意调节光源的位置和光电倍增管电压或信号的“增益”,以保证“能量”信号有足够大的数值(强度>100)。当然,狭缝的宽度直接影响谱线的强度。

3) 氢光谱测量

通过计算求出巴尔末线系的光谱范围,确定谱线出现的位置。换氢灯初步扫出氢原子光谱(注意选择光电倍增管的电压)。用“自动寻峰”找到 $\lambda = 656.28$ nm 的谱线位置,进行“定点扫描”(选择扫描时间>1000 s),即在 $\lambda = 656.28$ nm 谱线峰值位置,看光谱强度随时间的变化;



在“定点扫描”状态下,移动氢光谱灯的位置,使信号达到最大,并选择好适当的光电倍增管电压和信号放大倍数,保证信号足够大,且不超出显示范围(<1000),谱线有最佳的信噪比。根据巴尔末线系的范围,扫描出整个谱线系(参考范围: $370\sim 660\text{ nm}$,间隔: 0.1 nm)。

找出巴尔末线系的谱线,用最小二乘法求得氢原子的里德伯常数,得出与公认值的百分差,验证玻尔原子轨道理论,并画出谱线分布简图(谱线位置-强度)。找出合适的光谱灯位置,分开氢氖谱线,扫描出相应谱线(或用 CCD 测量)。

5. 实验数据及结果处理

1) 典型光源光谱测量

确定条纹位置并记录在表 3.2 中。

表 3.2 光源强度分布测量表

波长/nm	一级最大亮度位置	二级最大亮度位置	三级最大亮度位置
400			
450			
500			
550			
600			
650			

2) 氢光谱测量

用实验确定氢光谱位置并记录在表 3.3 中。

表 3.3 氢光谱测量表

谱线	级数	位 置		平均位置	光强/cd	波长/nm	所属线系
蓝红光	1						
	2						
蓝紫光	1						
	2						
青绿线	1						
	2						
红色线	1						
	2						

6. 注意事项

- (1) 光谱灯换挡时,一定要切断电源。
- (2) 在测量光谱时,为调节谱线的强度,光电倍增管电压不能超过 1000 V 。

7. 思考题

- (1) 光栅光谱仪是如何工作的?
- (2) 如何定义光栅光谱仪的分辨率? 如何提高分辨率?

3.3 法布里-珀罗干涉仪观测塞曼效应实验

塞曼效应实验是物理史上一个著名的实验。荷兰物理学家彼得·塞曼(Pieter Zeeman)于 1896 年发现:将光源置于外磁场中时,光源发出的每一条光谱线将分裂成几条

波长相差很小的偏振化谱线。塞曼的这个发现被称为塞曼效应,很快由洛仑兹(H. A. Lorentz)给出了理论解释,它证实了原子具有磁矩和磁矩的空间量子化。可以用该实验结果确定有关原子能级的几个量子数,如磁量子数 M 、 J 和朗德因子 g 的值,有力地证明了电子自旋,洛仑兹和塞曼因此荣获了 1902 年诺贝尔物理学奖。塞曼效应分为正常塞曼效应和反常塞曼效应,是研究原子能级结构的重要方法之一。这一效应是继法拉第效应、克尔效应之后发现的第三个磁光效应,使得人们对物质的光谱、原子和分子有了更深的理解,在量子理论的发展中起了重要作用。

1. 实验目的

- (1) 学习观察塞曼效应的实验方法。
- (2) 了解法布里-珀罗干涉仪的结构和原理并利用它测量微小波长差。
- (3) 观察 Hg 灯的 546.1 nm 光谱线在外磁场作用下的塞曼分裂现象。
- (4) 由塞曼裂距计算电子的荷质比 e/m 并和标准值进行比较。

2. 实验器材

氦氖激光器,法布里-珀罗标准具,磁场,光电二极管,光学系统等。

3. 实验原理

1) 法布里-珀罗干涉仪的工作原理

法布里-珀罗干涉仪是由两块平行的玻璃板组成的多光束干涉仪。当两块玻璃板间用固定长度的空心间隔物来间隔固定时,被称为法布里-珀罗(F-P)标准具,即由两块平面玻璃板中间夹有一个间隔圈组成。平面玻璃板的内表面加工精度要求高于 $1/30$,内表面镀有高反射膜,膜的反射率高于 90% ,间隔圈用膨胀系数很小的石英材料加工成一定的长度,用来保证两块平面玻璃板之间精确的平行度和稳定的间距。

F-P 标准具的光路图见图 3.5 所示,当单色平行光束 S 以小角度 θ 入射到标准具的 M 平面时,入射光束 S 经过表面 M 及表面 M' 多次反射和透射,形成一系列相互平行的反射光束,相邻光束之间有一定的光程差 Δl ,这一系列互相平行并有一定光程差的光束在无穷远处用透镜会聚在透镜的焦平面上就会发生干涉,当光程差为波长整数倍时产生干涉极大值。

$$\Delta l = 2nd \cos\theta \tag{3.3}$$

式中, d 为两平板之间的间距; n 为两平板之间介质的折射率(标准具在空气中 $n=1$); θ 为

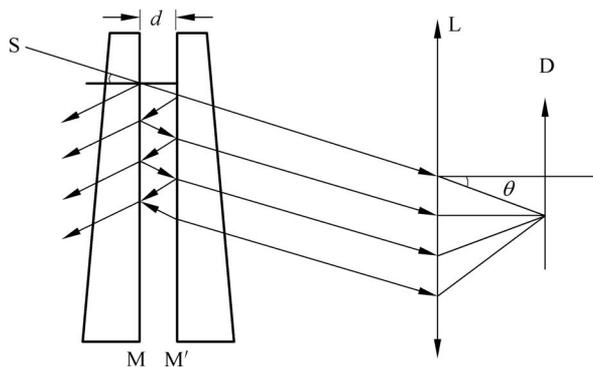


图 3.5 法布里-珀罗标准具光路图



光束入射角,由于标准具的间距 d 是固定的,在扩展光源照明下,F-P 标准具产生等倾干涉,它的干涉花纹是一组同心圆环,如图 3.6 所示。

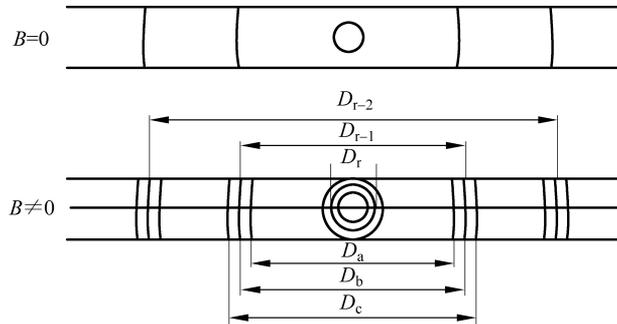


图 3.6 干涉圆环直径测量示意图

由于标准具是多光束干涉,干涉花纹的宽度非常细锐,花纹越细锐表示器材的分辨能力越高,这里介绍两个描述器材性能的特征常数。

2) 自由光谱区 $\Delta\lambda_R$ 或 ΔV_R (色散范围)

考虑两个具有微小波长差的单色光 λ_1 和 λ_2 入射到标准具上,若 $\lambda_2 > \lambda_1$,根据式(3.3),对于同一干涉序 k , λ_1 和 λ_2 的极大值对应不同的入射角 θ_1 和 θ_2 ,且 $\theta_1 > \theta_2$;产生两套圆环条纹,波长较长的在里圈,波长较短的在外围。如果 λ_1 和 λ_2 之间的波长差逐渐加大,使得 λ_1 的 k 序花纹与 λ_2 的 $k-1$ 序花纹重叠,有:

$$k\lambda_1 = (k-1)\lambda_2, \quad \lambda_2 - \lambda_1 = \lambda_2/k \quad (3.4)$$

由于 k 是很大的数目,所以可用中心花纹的序数代替,即 $k \approx k-1$,此时有 $\theta \approx 0$,由式(3.2)可得 $\Delta l = 2d$,可知 $k = \Delta l/\lambda = 2d/\lambda_2$,用 λ 代替右边的 λ_2 得:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{\lambda^2}{2d} = \Delta\lambda_R \quad (3.5)$$

$\Delta\lambda_R$ 是标准具的色散范围。式(3.3)和式(3.4)均为自由光谱区定义,也就是标准具的色散范围。它表征了标准具所允许的不同波长的干涉花纹不重序的最大波长差。若被研究的谱线差大于器材的色散范围时,两套花纹之间就要发生重序或错序。因此在使用标准具时,要根据研究对象的光谱范围来选择器材的色散范围。例如若 F-P 标准具的间距 $d = 5 \text{ mm}$,对波长 500 nm 的光而言, $\Delta V_R = 0.025 \text{ nm}$,可见 F-P 标准具的研究对象只能在很狭窄的光谱范围内。

3) 标准具的精细度 F (或分辨本领)

$$F = \frac{\Delta\lambda_R}{\delta\lambda} = \frac{\pi\sqrt{R}}{1-R} \quad (3.6)$$

$\delta\lambda$ 是标准具能分辨的最小波长差。 R 为 F-P 标准具板内表面的反射率。精细度的物理意义是相邻两个干涉序花纹之间能够被分辨的干涉花纹的最大数目。精细度只依赖于反射膜的反射率,反射率愈高,精细度愈大,器材能够分辨的条纹数愈多,也就是器材分辨本领愈高。实际上 F-P 标准具谐振腔内表面加工精度有一定的误差,以及受反射膜不均匀等因素影响,往往使器材的实际精细度比理论值要小。

4) 塞曼分裂的精细光谱结构的测量

将汞灯置于外磁场中,光源发出的每一条光谱线将分裂成几条波长相差很小的偏振化谱线,经 F-P 标准具可观察到 1 条谱线分裂成了 9 条谱线,其中包含 3 条 π 谱线和 6 条 σ 谱线,这两组谱线偏振态不同,使用偏振片可以进行更清晰准确的分析测量。根据分裂后的谱线波长差,可求得电子的荷质比。

4. 实验内容及步骤

(1) 打开开关,点亮汞灯,调整透镜、干涉滤光片座和法布里-珀罗标准具座,使它们与光源等高共轴,让光线能完全进入 CCD 摄像机。

(2) 打开计算机,运行“塞曼效应智能分析软件”,单击“预览”按钮,仔细调节透镜、干涉滤光片、法布里-珀罗标准具等相互之间的位置和 CCD 摄像机的聚焦及光圈直至在屏幕中能看到又清晰又细的圆环条纹,使得加磁场 B 时,能清楚分辨出二级以上分裂条纹。保存“磁场 $B=0$ 时”的谱线圆环条纹图。

(3) 打开电磁铁开关,加上电流至能看到分裂的 9 条谱线,用特斯拉计测量磁场值,并保存“ $B>0$ 时,9 条”的谱线图。

(4) 旋转偏振片,将分别看到 π 分量的 3 条谱线和 σ 分量的 6 条谱线。保存“ $B>0$ 时, π 分量的 3 条”及“ $B>0$ 时, σ 分量的 6 条”的谱线图。其中 B 是外加磁场强度,当给直流电磁铁加上一定的电流时,就有一定的磁场 B ,实验可以用毫特斯拉计测量。

(5) 利用智能分析软件对谱线进行分析,测出 π 谱中 a、b、c 谱线对应的直径,分别测量三个级次,计算出谱线与它相邻的 π 谱线的波长差,重复测量三次。根据公式计算出电子的荷质比值 e/m ,并与基本物理常数 1986 年推荐值: $e/m = -1.758\ 819\ 6 \times 10^{11}$ C/kg 相比较,分析误差的来源。

5. 实验数据及结果处理

表 3.4 塞曼效应下 π 谱线精细结构的测量数据

谱线	X	$D = X_k - X_{-k}$	D^2	$D_{k-1}^2 - D_k^2$	$\overline{D_{k-1}^2 - D_k^2}$	$D_c^2 - D_b^2$ 或 $D_b^2 - D_a^2$
a 线	$X_k =$ $X_{-k} =$					
	$X_{k-1} =$ $X_{-k+1} =$					
b 线	$X_k =$ $X_{-k} =$					
	$X_{k-1} =$ $X_{-k+1} =$					
c 线	$X_k =$ $X_{-k} =$					
	$X_{k-1} =$ $X_{-k+1} =$					



(1) 根据表 3.4 计算出 $D_{k-1}^2 - D_k^2$, $D_b^2 - D_a^2$ 或 $D_c^2 - D_b^2$ 。

(2) 由以下公式, 计算出同一个级次的两个波数差, 即 a 、 b 线的波数差和 b 、 c 的波数差。

$$\Delta\tilde{\nu} = \nu_a - \nu_b = \left(\frac{1}{2d}\right) (D_b^2 - D_a^2) / (D_{k-1}^2 - D_k^2)$$

$$\Delta\tilde{\nu} = \nu_b - \nu_c = \left(\frac{1}{2d}\right) (D_c^2 - D_b^2) / (D_{k-1}^2 - D_k^2)$$

(3) 由以下荷质比计算公式, 计算出电子的荷质比, 并和理论值比较, 算出相对误差。

$$\frac{e}{m} = \frac{2\pi c}{(M_2 g_2 - M_1 g_1) B h} \left(\frac{D_b^2 - D_a^2}{D_{k-1}^2 - D_k^2} \right)$$

6. 注意事项

(1) 法布里-珀罗标准具等光学元件应避免沾染灰尘、污垢和油脂, 还应该避免在潮湿、过冷、过热和酸碱性环境中存放和使用。

(2) 光学零件的表面上如有灰尘可以用橡皮吹气球吹去。如表面有污渍可以用脱脂棉、清洁棉花球蘸酒精、乙醚混合液轻轻擦拭。

(3) 电磁铁在完成实验后应及时切断电源, 以避免长时间工作使线圈积聚热量过多而破坏稳定性。

(4) 把汞灯放进磁隙中时, 应该注意避免灯管接触磁头。

(5) 笔型汞灯工作时会辐射出紫外线, 操作实验时不宜长时间用眼睛直视灯光; 另外, 应经常保持灯管发光区的清洁, 发现污渍应及时用酒精或丙酮擦洗干净。

(6) 汞灯工作时电压很高, 所以在打开汞灯电源后, 不要接触后面板汞灯接线柱, 以免造成伤害。

(7) 不要把 CCD 摄像机暴露在日光直射、雨天或者灰尘大的恶劣环境中。

(8) 严禁用手直接清洁 CCD 感光器, 必要时可以用软布浸上酒精擦洗。

(9) 使用 CCD 摄像机时, 注意轻拿轻放, 避免强烈震动或跌落。

7. 思考题

(1) 什么叫塞曼效应、正常塞曼效应、反常塞曼效应?

(2) 反常塞曼效应中光线的偏振性质如何? 请解释。

(3) 垂直于磁场观察时, 怎样鉴别分裂谱线中的 π 分量和 σ 分量?

3.4 弗兰克-赫兹实验

玻尔(Niels Bohr, 1885—1962年)的原子模型认为, 原子是由原子核和以核为中心沿特定直径的轨道旋转的一些电子构成的, 如图 3.7 所示。不同原子轨道上的电子数和分布各不相同。一定轨道上的电子, 具有一定的能量。当电子处在特定轨道上运动时, 相应的原子就处于稳定的能量状态, 简称为定态。当某一原子的电子从低能量的轨道跃迁到较高能量的轨道时(例如图 3.7 中从 I 到 II), 我们就说该原子进入受

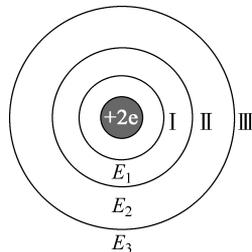


图 3.7 玻尔原子模型