

天津大学本科生实验报告专用纸

课程名称: 物理实验

姓名: 曾成龙

学号: 3013204315

学院: 信息学院

专业: 集成电路

年级: 2013

成绩: 92

一. 实验名称:

发射光谱与吸收光谱

二. 实验目的

1. 发射光谱和吸收光谱产生的原理.

2. 光栅光谱仪的原理及使用方法.

三. 实验仪器

WGB-3型光栅光谱仪, 仪器底座汞灯, 钠灯, 氢灯及其电源, 锡灯(6V)和带加热装置的钠泡.

四. 实验原理

光源所发出的光谱称发射光谱. 在一般情况下, 原子处于稳定状态(能量最低的能级)称为基态(能量为 E_1). 若给原子适当的能量可使其最外层电子暂时跃迁到能量较高的能级, 原子即处于激发状态(能量 E_n), 经过极短时间(约 10^{-8} s)就会自行跃迁至低能态(能量 E_1)或基态, 同时以光的形式释放多余的能量, 这就是自发辐射. 在光谱仪上即可看到其发射光谱. 还有一种观察光谱的办法就是吸收, 把要研究的样品放在发射连续光谱的光源(日光)与光谱仪之间, 使来自光源的光先通过样品后再进入光谱仪, 这样一部分光就被样品吸收, 在所得的光谱上会看到连续的背景上有被吸收的暗谱线, 形成吸收光谱. 值得注意的是, 同一物质的发射光谱和吸收光谱间有非常严格的对应关系, 也就是说某种物质自发辐射那些波长的光, 它就强烈地吸收那些波长的光. 两种过程同时存在, 宏观上谱线的明暗取决于受激辐射与吸收的强弱程度.

按照光子假设, 电磁辐射的最小单元是光子, 它的能量为 $h\nu$ (h 是普朗克常数, ν 是光的频率). 根据能量守恒定律, 原子在一对能级 E_n, E_m 间发生跃迁时, 它就发射或吸收满足下式的特定频率的定色电磁辐射:

$$h\nu = E_n - E_m \quad (47-1)$$

上式称为玻尔频率条件.

在满足式(47-1)条件下的外来光的激励下, 高能级原子向低能级跃迁并发出为一同频率光子的过程叫受激辐射.

氢原子光谱的一般情况: 氢原子光谱是最简单的原子光谱, 它的一般情况可归纳为以下3点:

1. 光谱是线状的, 谱线有一定的位置, 也就是说, 有确定的、彼此分立的波长值.

2. 谱线间有一定的关系, 例如谱线构成一个谱线系(氢原子光谱有赖曼线系, 巴耳末线系, 帕邢线系, 布喇开线系和普丰特线系等). 它们的波长可用一个公式表达:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (47-2)$$

3. 每一谱线的波数(σ)可以表达为二光谱项之差:

$$\sigma = T(m) - T(n) \quad (47-3)$$

式中: $T(m) = \frac{R_H}{m^2}$; $T(n) = \frac{R_H}{n^2}$. 它们称为光谱项(m, n 都是正整数). 氢光谱项是 $\frac{R_H}{n^2}$.

这3点也是所有原子光谱的普遍情况, 所不同的只是不同元素的原子, 其光谱具有不同的形式.

氢原子光谱巴耳末线系波长时公式为:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n = 3, 4, 5, \dots \quad (47-4)$$

教师签字: 年 月 日

天津大学本科实验报告专用纸

课程名称:

姓名:

学号:

学院:

专业:

年级:

成绩:

氢光谱管中巴耳末线系的4条谱线如下表:

谱线	颜色	波长/nm
H _α	红	656.28
H _β	深青	486.13
H _γ	青	434.05
H _δ	紫	410.17

谱线的波长间隔和强度都向着短波方向递减。

五. 实验步骤

1. 光谱仪的定标。

用低压汞灯作标准光源, 并用其谱线波长(546.1nm)定标, 光谱仪所扫描的光谱中该谱线的位置。

2. 观测汞光谱(365.0nm)的3线结构。

扩展汞光谱的谱线(365.0nm), 观察它的3线结构, 测出3线的波长和能量值并取其最小波长差 $\delta\lambda$, 粗略估算此光谱仪的分辨率。

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} \quad (\text{其中 } \delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1)$$

3. 测定里德伯常量

打开氢光谱管电源, 调节调压器至光谱管正常发光(光谱管发光稳定), 仔细转动望远镜使光谱管发光会聚在狭缝上, 扫描出氢光谱并测出巴耳末线系各谱线的波长。

根据式(4-1)计算里德伯常量, 求其平均值并与理论值进行比较(相对百分差)。

4. 观察钠的发射光谱与吸收光谱。

先观测钠的发射光谱, 测出钠双线波长, 并估其光谱"保存"(建议以只读方式存储), 并用弃掉去钠灯, 点亮

钠灯(连续光谱), 在钠灯与光谱仪之间放置能透红外辐射片加热的钠气泡, 用光谱仪观察钠的吸收光谱并与机内存储的钠发射光谱作比较。试验结束后关闭钠灯以及加热片电源, 最后关机。

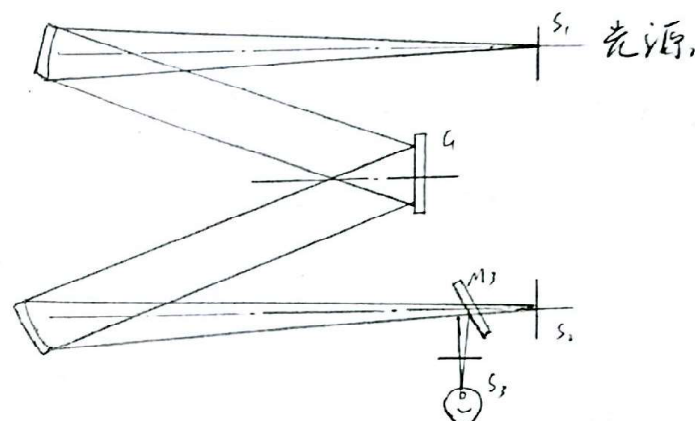


图47-1. 光栅光谱仪装置。

六. 数据处理

1. 定标。(以 546.1nm 定标)

原 546.2nm, 定标 3.9nm。

2. 汞光谱

3线结构

编号	1	2	3
波长/nm	365.4	365.9	367.7

$$\delta\lambda_1 = \lambda_2 - \lambda_1 = 365.9 - 365.4 = 0.5 \text{ nm}$$

$$\delta\lambda_2 = \lambda_3 - \lambda_2 = 367.7 - 365.9 = 1.8 \text{ nm}$$

$$\delta\lambda_3 = \lambda_3 - \lambda_1 = 367.7 - 365.4 = 2.3 \text{ nm}$$

$$\therefore \delta\lambda = 0.5 \text{ nm}$$

教师签字:

年 月 日

天津大学本科实验报告专用纸

课程名称:

姓名:

学号:

学院:

专业:

年级:

成绩:

$$\therefore R = \frac{\lambda}{\delta \lambda} = \frac{365}{0.5} = 730.$$

即此光谱仪的分辨率系数为 730.

3. 氦光谱.

编号	1	2	3	4
波长/nm	409.2	432.2	485.1	652.3

里德伯常量计算. $R_H = \frac{1}{\lambda} / (\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2})$

由表中数据知.

$$n=3 \text{ 时}, \lambda = 652.3 \text{ nm}$$

$$n=4 \text{ 时}, \lambda = 485.1 \text{ nm}$$

$$n=5 \text{ 时}, \lambda = 432.2 \text{ nm}$$

$$n=6 \text{ 时}, \lambda = 409.2 \text{ nm} \quad \text{代入}$$

$$R_{H1} = \frac{1}{652.3} / (\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}) = 0.011037866 \text{ nm}^{-1} = 1.1037866 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$R_{H2} = \frac{1}{485.1} / (\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}) = 0.010994297 \text{ nm}^{-1} = 1.0994297 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$R_{H3} = \frac{1}{432.2} / (\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}) = 0.011017827 \text{ nm}^{-1} = 1.1017827 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$R_{H4} = \frac{1}{409.2} / (\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2}) = 0.011002465 \text{ nm}^{-1} = 1.1002465 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\text{又 } \bar{R}_H = \frac{1}{4} (R_{H1} + R_{H2} + R_{H3} + R_{H4}) = 1.1013109 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\text{则 } E_r = \frac{|R_n - \bar{R}_H|}{R_n} \times 100\% = \frac{|1.09967758 - 1.1013109 \times 10^7|}{1.09967758 \times 10^7} \times 100\% = 0.413\%$$

4. 钠

编号	1	2
波长/nm	589.5	589.7

七. 注意事项

1. 调压器的打开和关闭之间都应调布电压旋钮至最小值, 电压最高不能超过 800V.
2. 注意灯亮聚位, 且缝隙亮度要适中.
3. 要调布不同的起始波长和终止波长.

八. 思考题

1. 光栅光谱仪与棱镜光谱仪有何不同?
光栅光谱是衍射(干涉)光谱; 是间断的.
棱镜是折射光谱, 是均匀的.

2. 钠的吸收光谱与发射光谱有何不同?
吸收光谱是有暗线, 发射光谱是几条亮线.
两个光谱刚好可以组成完整的光谱.

教师签字:

年 月 日



() 作业纸

系别 _____ 班级 _____ 姓名 _____ 第 _____ 页

546.1 542.2 3.9

汞, 365.0 正线,

^{nm} 365.4 ^e 408.6

365.9 415.2

367.1 88.3

钠, 双峰

^{nm} 589.5 ^e 724.3

589.7 691.2

氢, 四线

409.2 321

432.2 113.5

485.1 479.8

652.3 425.7

46 4/5 cm
柯