

氢氘光谱实验报告

少年班学院

刘子安 PB20000069

2022 年 5 月 24 日

1. 实验目的

1. 了解氢氘光谱实验仪的基本构造和使用方法，知道如何使用光栅光谱仪测量光谱。
2. 知道同位素原子光谱的区别，学会测量氢氘巴耳末系的前四条谱线。
3. 可以通过氢氘巴耳末系的前四条谱线计算里德伯常数、氢氘质量比以及质子电子质量比。

2. 实验原理

具有相同质子数，不同中子数同一元素的不同核素互为同位素。在谱线上，同位素对应的谱线会发生移位，称为同位素移位。

由原子物理的知识可以知道，氢原子巴耳末系的谱线波长满足规律：

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) = \frac{R_{\infty}}{1 + m_e/M} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (1)$$

其中

$$R_{\infty} = \frac{2\pi^2 m e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 c h^3} \quad (2)$$

h 是普朗克常数， c 是光速， ϵ_0 为真空中介电常数。

氘是氢的同位素，它们有相同的质子和核外电子，只是氘比氢多了一个中子而使原子核的质量发生变化，从而使它的里德伯常量值也发生变化，两者的里德伯常量分别为：

$$R_H = \frac{R_{\infty}}{1 + m_e/M_H} \quad (3)$$

$$R_D = \frac{R_{\infty}}{1 + m_e/M_D} \quad (4)$$

其中 M_H 和 M_D 分别表示氢与氘原子核的质量，由 (3) 和 (4) 式以及两同位素的巴尔末公式 (1) 将可解得：

$$\frac{M_D}{M_H} = \frac{m}{M_H} \times \frac{\lambda_H}{(\lambda_D - \lambda_H + \lambda_D \frac{m}{M_H})} \quad (5)$$

利用测量的波长计算氢氘谱峰的波长差：

$$\Delta\lambda = \lambda_H - \lambda_D = \left(\frac{1}{R_H} - \frac{1}{R_D} \right) \bigg/ \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \approx \frac{\frac{M+m}{M} - \frac{2M+m}{2M}}{1/\lambda} = \frac{m}{2M} \lambda \quad (6)$$

即有：

$$\frac{M}{m} = \frac{\lambda}{2\Delta\lambda} \quad (7)$$

3. 实验仪器

电源、光电倍增管、光谱仪、汞灯、氢氘灯。

氢氖光谱实验报告

少年班学院

刘子安 PB20000069

2022 年 5 月 24 日

4. 实验数据处理

(1). 实验数据表格

对汞灯谱线的测量数据如下：

表 1: 汞灯测量数据

汞灯谱线序号	1	2	3	4	5
波长 /nm	365.02	365.49	366.30	404.61	407.72
汞灯谱线序号	6	7	8	9	
波长 /nm	435.85	546.04	576.84	578.98	

氢氖灯的测量数据：

表 2: 氢氖灯测量数据

能级 n	3	4	5	6
波长 λ_H /nm	656.50	486.08	434.02	
波长 λ_D /nm	656.70	485.94	433.87	

由于时间问题，未能调整好能级为 6 时对应的谱线，所以没有测出该能级对应的波长。

(2). 误差分析

(3). 实验讨论

5. 思考题

1.

答：

2.

答：

3.

答：

4.

答：

6. 总结

致谢

感谢 [?] 大学物理实验中心和韦先涛老师