



普通高等学校省级规划教材

物理实验教程丛书

第2版

# 近代物理实验

张子云 袁广宇 徐晓峰 李世刚 戴鹏 编著

中国科学技术大学出版社

普通

物理实验教程丛书

第2版

# 近代物理实验

张子云 袁广宇 徐晓峰 李世刚 戴鹏 编著

中国科学技术大学出版社

## 内 容 简 介

本书是参照教育部高等院校物理学与天文学教学指导委员会实验物理教学指导组 1999 年通过的《高校理科物理学专业(四年制)近代物理实验教学基本要求》规定的实验内容,结合目前的课程设计和学时安排等方面的实际情况而编写的。内容涉及原子物理、原子核物理、光学、真空与薄膜、微波、磁共振、X 光技术、低温物理领域 8 个单元,共计 39 个实验项目。本书在介绍物理原理的同时,把计算机技术和现代电子技术融于实验教学中,有利于学生掌握现代测量的基本方法和技能。书中阐述的实验方法具体、翔实,实用性强,并且针对不同学时和实验条件,给出了不同的实验选用方案。

本书适合作为高等院校理工科本科生和硕士研究生的近代物理实验课程的教材或教学参考书,也可供从事科学实验的科技人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

近代物理实验/张子云等编著. —2 版. —合肥:中国科学技术大学出版社,2015. 9  
(物理实验教程丛书/叶柳主编)

普通高等学校省级规划教材

ISBN 978-7-312-03784-9

I. 近… II. 张… III. 物理学—实验—高等学校—教材 IV. O41-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 201888 号

**出版** 中国科学技术大学出版社

安徽省合肥市金寨路 96 号,230026

<http://press.ustc.edu.cn>

**印刷** 合肥万银印刷有限公司

**发行** 中国科学技术大学出版社

**经销** 全国新华书店经销

**开本** 710 mm×960 mm 1/16

**印张** 22.75

**字数** 460 千

**版次** 2009 年 3 月第 1 版 2015 年 9 月第 2 版

**印次** 2015 年 9 月第 2 次印刷

**定价** 42.00 元

# 前 言

物理实验不仅是物理学理论的基础,也是物理学发展的基本动力.在物理学中,每个概念的建立、每个定律的发现,都有其坚实的实验基础.科学技术的发展,尤其是核物理、激光技术、电子技术和计算机技术等的发展,越来越体现出物理实验技术的重要性,更反映了物理实验技术发展的新水平.基于这方面的原因,人们逐渐感到理工科及师范院校加强对学生进行物理实验训练的重要性.

物理实验教学的主要目的是:通过给学生创造一个良好的环境,使学生掌握物理实验的基础知识、基本方法和基本技能;培养学生强烈浓厚的学习兴趣以及发现问题、提出问题、分析问题、解决问题最终达到独立获取物理知识的能力;培养学生的创新意识、创新精神和创新能力;培养学生实事求是的科学态度、严谨细致的工作作风和坚韧不拔的意志品质.为今后从事物理学乃至相关领域的科学研究和技术开发打下坚实的基础.

为了进一步发展物理实验教学,构建具有特色的物理实验教学体系,深化物理实验教学改革,我们组织编写了这套《物理实验教程丛书》.本丛书各册的作者,都是在我省从事多年实验教学、在该领域有着多年科研经验的教师.全体编著者在编写过程中,参考了以往的实验教材,结合实验教学发展,更新了教学内容,加强了计算机在实验中的应用,突出科学性和实用性,力求实验内容更系统、更全面,更能满足我省各高校实验教学的需要.

本套教材共四册.第一、二册对应一、二、三级物理实验,第三册为《近代物理实验》,第四册为《物理演示实验》.在课程安排上,一级实验为各专业的普及课程,适用于理、工、医、农、商等各学科专业;二级实验主要适用于理工类专业的学生;三级实验主要对理科类学生开课;近代物理实验适用于理科物理类专业、信息类专业,也可作为一些理工科专业的选修课程;物理演示实验主要为文科学生开设,以提高文科学生的科学文化素养,同时也可作为物理教学过程的课堂教学实验演示.

本书为第三册《近代物理实验》,在物理实验教学中具有重要地位,内容覆盖了原子物理、原子核物理、光学、磁学、微波、真空、低温等方面,所涉及的实验仪器数量多、结构复杂,需要学生综合运用物理、电子、计算机等学科的知识.该书保留了在物理学发展史上堪称里程碑的著名物理实验,并着重介绍了近代的实验方法及应用广泛的实验技术.此教材的编写旨在通过近代物理实验教学,培养学生用实验

的方法研究物理现象与物理规律的习惯,同时培养学生科学实验中发现问题和解决问题的能力、严谨的科学态度及认真踏实的工作作风,为进一步的学习与工作打下坚实的基础。

本书编著期间参阅了许多兄弟院校的教材和仪器设备厂家的仪器使用说明,吸取了他们的宝贵经验,甚至引用了部分内容,考虑到一些院校教学设备的差异,既照顾到一般,也反映实验的发展;内容力求简明扼要,方法尽量灵活多样;对每一单元实验在物理学发展中的地位和作用,引言中都作了简要的叙述;实验中还设计了一些思考题,以启发学生独立思考,积极主动地自主学习。

本书由叶柳组织并负责统稿。参加编著工作的除署名编著者外,还有李爱侠、王翠平、张子云、姜明连教授、王银海教授在百忙中审阅了本书的部分初稿,编著者对此深表谢意。

在丛书的出版过程中,我们得到了不少同行的关心,并参阅和借鉴了不少学者的研究成果,在此一并表示感谢!衷心地期望本丛书的出版,能够得到广大读者的关注和指导,使其在深化物理实验教学改革和发展中,发挥它应有的作用。由于编著者水平有限、时间仓促,书中难免有错误和疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年12月

# 目 录

再版前言 .....	i
前言 .....	iii
<b>第 1 单元 原子物理</b> .....	<b>1</b>
引言 .....	1
实验 1-1 氢与氘原子光谱 .....	2
实验 1-2 塞曼效应 .....	9
实验 1-3 夫兰克-赫兹实验 .....	18
<b>第 2 单元 原子核物理</b> .....	<b>24</b>
引言 .....	24
实验 2-1 G-M 计数管和核衰变的统计规律 .....	30
实验 2-2 NaI(Tl)单晶 $\gamma$ 闪烁谱仪与 $\gamma$ 能谱的测量 .....	39
实验 2-3 验证快速电子的动量与动能的相对论关系 .....	47
<b>第 3 单元 光学</b> .....	<b>53</b>
引言 .....	53
实验 3-1 法拉第效应 .....	54
实验 3-2 椭圆偏振法测量薄膜厚度和折射率 .....	61
实验 3-3 光拍法测量光速 .....	67
实验 3-4 用傅里叶变换全息图作资料存储 .....	74
实验 3-5 数字式光学传递函数测量和透镜像质评价 .....	81
实验 3-6 电子散斑干涉(ESPI)技术测量物体离面位移 .....	86
实验 3-7 阿贝成像原理和空间滤波 .....	90
实验 3-8 位置色差的测量及星点法观测光学系统单色像差 .....	99
实验 3-9 剪切干涉测量光学系统像差 .....	107

实验 3-10 晶体的电光效应 .....	114
实验 3-11 晶体的声光效应和磁光效应 .....	124
<b>第 4 单元 真空与薄膜技术 .....</b>	<b>135</b>
引言 .....	135
实验 4-1 高真空的获得与测量 .....	135
实验 4-2 真空镀膜与膜厚测量 .....	147
实验 4-3 气体放电等离子体的研究 .....	154
实验 4-4 电子衍射 .....	159
实验 4-5 表面磁光克尔效应实验 .....	169
实验 4-6 光纤光谱仪应用综合实验 .....	183
<b>第 5 单元 磁共振技术 .....</b>	<b>209</b>
引言 .....	209
实验 5-1 微波顺磁共振 .....	210
实验 5-2 核磁共振 .....	222
实验 5-3 铁磁共振 .....	230
实验 5-4 核磁共振弛豫时间 $T_1$ 和 $T_2$ 的测量 .....	242
<b>第 6 单元 微波技术 .....</b>	<b>262</b>
引言 .....	262
实验 6-1 反射式速调管的工作特性 .....	266
实验 6-2 波导管的工作状态 .....	274
实验 6-3 微波的干涉与衍射 .....	279
实验 6-4 微波铁氧体材料的介电常数与介电损耗角正切的测量 .....	283
实验 6-5 微波衰减量测量 .....	288
<b>第 7 单元 X 光技术 .....</b>	<b>295</b>
引言 .....	295
实验 7-1 德拜-谢乐粉末法 .....	296
实验 7-2 劳厄照相法测定单晶取向 .....	305
实验 7-3 X 射线衍射法测定多晶材料的晶格常数 .....	315
<b>第 8 单元 低温物理 .....</b>	<b>323</b>
引言 .....	323

---

实验 8-1	变温霍尔效应 .....	324
实验 8-2	小型制冷机及其制冷技术 .....	333
实验 8-3	超导材料的电阻-温度特性测量 .....	340
实验 8-4	巨磁电阻效应的测量 .....	347



# 第 1 单元 原子物理

## 引 言

19 世纪末到 20 世纪初的几十年,是物理学发生伟大变革的年代,在此期间,人们在揭示物质微观结构奥秘的进程中,取得了一项又一项丰硕成果. 1885 年,巴尔末发现氢光谱线系规律. 1897 年,赫兹发现光电效应,汤姆孙发现电子并精确测量荷质比. 1900 年,普朗克提出量子论. 1911 年,卢瑟福在对  $\alpha$  散射实验的 10 万多个数据分析计算的基础上提出了原子结构的核式模型. 1913 年玻尔理论的发表,使人们对物质微观结构开始有了一个较完整的认识.

微观结构和运动不能直接观察,需要从反映这些信息的宏观现象和运动中去推究,但对微观体系不能要求按宏观规律来描述,客观现象与理论之间的尖锐矛盾,理论与实验之间的严重不符,导致了新的理论的诞生. 玻尔理论在解释氢光谱规律方面取得了成功,但在复杂光谱和与谱线强度有关的其他问题上,玻尔理论遇到了极大困难. 1924 年,德布罗意提出了对于光子成立的能量、动量与频率、波长之间的关系式,1927 年,戴维孙和盖末首先用实验证实了电子的波动性,这就导致了微观结构新理论——量子力学的诞生. 上述历史过程表明,理论的建立需要有实验事实的证实与支持. 原子物理方面的实验包括一些光谱实验. 原子光谱的研究对原子物理和量子力学的发展起着重要作用. 在这一单元,我们安排了一组原子物理实验,用实验方法来揭示原子物理与量子力学中的几个基本概念,其目的在于通过实验加深对原子、分子结构的了解,学习研究原子、分子微观结构的一些基本方法. 进而透过这些实验,理解如何用实验手段重现物理现象,研究物理规律,这对于深刻理解物理实验在物理学发展过程中的地位和作用是很有帮助的. 同时通过实验加深对原子物理、量子力学中的一些基本概念的理解.

## 实验 1-1 氢与氘原子光谱

氢原子是最简单的原子,从波长(或波数)大小的排列次序上其光谱线显示出简单的规律性. 研究原子结构,人们很自然首先会关注氢原子. 1885年,巴尔末(J. J. Balmer)根据埃格斯充(A. J. Augstrom)对光谱线的精确测量,提出了氢原子光谱可见光区域光谱线波长的经验公式. 氢光谱规律的发现为玻尔理论的建立提供了坚实的实验基础,对原子物理学和量子力学的发展起着重要作用. 1932年,尤里(H. C. Urey)根据里德伯常数随原子核质量不同而变化的规律,对重氢赖曼线系进行摄谱分析,发现氢的同位素——氘的存在. 通过巴尔末公式求得的里德伯常数是物理学中少数几个最精确的常数之一,成为检验原子理论可靠性的标准和测量其他基本物理常数的依据.

### 【实验目的】

- (1) 本实验通过测量氢、氘灯光谱线的波长值,了解氢、氘原子光谱规律和原子分立能级结构间的内在联系,同时学会光谱分析的一般方法.
- (2) 通过本实验掌握测定里德伯常数及氢、氘原子核质量比的方法,并加深对氢光谱规律和同位素位移的理解.
- (3) 熟悉光栅光谱仪的性能与用法.

### 【实验仪器】

WPL 棱镜摄谱仪或 WGD-8A 型组合式多功能光栅光谱仪.

### 【实验原理】

氢原子是最简单的一种原子,它发出的光谱有明显的规律. 瑞士物理学家巴尔末根据实验结果给出氢原子光谱在可见光区域的经验公式

$$\lambda_{\text{H}} = \lambda_0 \frac{n^2}{n^2 - 2^2} \quad (1-1-1)$$

式中  $\lambda_{\text{H}}$  为氢原子谱线波长,  $\lambda_0 = 364.57 \text{ nm}$  是经验常数,  $n$  是连续整数 3, 4, 5, ...

上式用波数  $\tilde{\nu}$  表示, 则有

$$\tilde{\nu}_H = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (1-1-2)$$

这里  $R_H$  是氢的里德伯常数.

与此类似, 对于氘原子光谱有

$$\tilde{\nu}_D = R_D \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (1-1-3)$$

由于氢、氘核外都只有一个电子, 所以光谱极为相似, 但对应谱线的波长却稍有差别, 这种差别称为“同位素位移”. 显然, 氢和氘光谱之间的差别在于它们的里德伯常数不同, 这是由于二者的原子核质量的不同而引起的. 根据玻尔理论, 对氢和类氢原子的里德伯常数的计算应为

$$R_Z = \frac{2\pi^2 m e^4 Z^2}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^3 c (1+m/M)} \quad (1-1-4)$$

式中  $M$  为原子核质量,  $m$  为电子质量,  $e$  为电子电荷,  $h$  为普朗克常数,  $\epsilon_0$  为真空介电常数,  $c$  为光速,  $Z$  为原子序数. 当  $M \rightarrow \infty$  时, 即假定原子核不动, 上式为

$$R_\infty = \frac{2\pi^2 m e^4 Z^2}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^3 c} \quad (1-1-5)$$

于是式(1-1-4)可写为

$$R_Z = \frac{R_\infty}{1+m/M} \quad (1-1-6)$$

按上式, 氢和氘原子的里德伯常数可以分别写为

$$R_H = \frac{R_\infty}{1+m/M_H} \quad (1-1-7)$$

$$R_D = \frac{R_\infty}{1+m/M_D} \quad (1-1-8)$$

式中  $M_H, M_D$  分别为氢和氘的原子核质量.

由式(1-1-7)和(1-1-8)可得氢与氘原子核质量比

$$\frac{M_D}{M_H} = \frac{\frac{R_D}{R_H}}{\frac{M_H}{m} \left( 1 - \frac{R_D}{R_H} \right) + 1} \quad (1-1-9)$$

式中  $M_H/m$  为氢原子核质量与电子质量之比, 可采用公认值 1 836. 15.

由此可知, 只要通过实验测得氢与氘的巴尔末线系的前几条谱线的波长, 就可由式(1-1-2)、(1-1-3)求得氢与氘的里德伯常数, 以及由式(1-1-9)求得氢与氘的原子核质量比.

表 1-1-1 列出氢和氘的巴尔末线系前 10 条谱线的波长值.

表 1-1-1 氢、氘的巴尔末系的前 10 条谱线的波长

氢(H)		氘(D)	
符 号	波长(nm)	符 号	波长(nm)
H <sub>α</sub>	656.280	D <sub>α</sub>	656.100
H <sub>β</sub>	486.133	D <sub>β</sub>	485.999
H <sub>γ</sub>	434.047	D <sub>γ</sub>	433.928
H <sub>δ</sub>	410.174	D <sub>δ</sub>	410.062
H <sub>ε</sub>	397.007	D <sub>ε</sub>	396.899
H <sub>ξ</sub>	388.906	D <sub>ξ</sub>	388.799
H <sub>η</sub>	383.540	D <sub>η</sub>	383.435
H <sub>θ</sub>	379.791	D <sub>θ</sub>	379.687
H <sub>ι</sub>	377.063	D <sub>ι</sub>	376.962
H <sub>κ</sub>	375.015	D <sub>κ</sub>	374.915

### 氢的特征谱

紫外部分:赖曼系

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

可见光部分:巴尔末系

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

红外部分:帕邢系

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n=4,5,6,\dots$$

布喇开系

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n=5,6,7,\dots$$

蓬得系

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n=6,7,8,\dots$$

汉弗莱斯系

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{6^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n=7,8,9,\dots$$

## 【实验步骤与要求】

## 实验方法一

## 1. 实验仪器

摄谱仪(棱镜摄谱仪)、光谱投影仪、比长计、氢灯、氘灯和氦灯。

## 2. 实验内容

## (1) 拍摄光谱。

移动哈特曼(Hartman)光阑,如图1-1-1所示,把氦光谱(比较光谱)、氢光谱和氘光谱并排地拍摄在一块谱板上。

(2) 与标准氦谱图对比辨认所拍摄的氦谱线的波长。

将拍摄后冲洗好的谱板放在光谱投影仪上,与标准氦谱图片进行对比,找出待测谱线中与标准氦谱图完全相同的光谱区域,对照标准氦谱图标出在待测光谱线附近的氦谱线波长值。

(3) 用阿贝(Abbe)比长计精确测量氢、氘各条光谱线与标准氦谱线的距离,计算待测光谱线的波长值,由此计算其对应的里德伯常数。

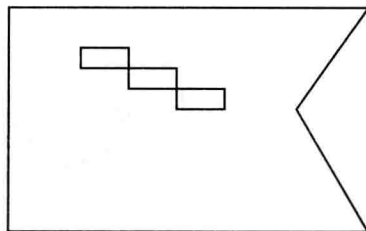


图1-1-1 哈特曼光阑

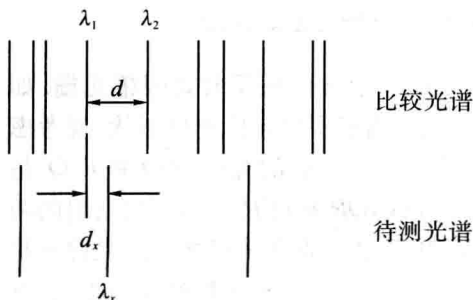


图1-1-2 比较法

如图1-1-2,把所拍摄的氦谱图上谱线波长标定后,就可作为已知波长,另一排的氢(氘)谱线是待测光谱。在光谱片很小间隔范围内,摄谱仪的线色散可认为是常数,于是谱线间隔与谱线波长成正比。设图中 $\lambda_x$ 为待测氢谱线的波长, $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 分别为待测谱线 $\lambda_x$ 附近两侧的两条已标定的氦谱线的波长,则有

$$\lambda_x = \lambda_1 + \frac{d_x}{d}(\lambda_2 - \lambda_1)$$

其中 $d$ 和 $d_x$ 值用阿贝比长计测出,即可算出待测谱线的波长值 $\lambda_x$ 和对应的 $R_x$ 。

## 实验方法二

### 1. 实验仪器

采用 WGD-8A 型组合式多功能光栅光谱仪。

WGD-8A 型组合式多功能光栅光谱仪由光栅单色仪、接收单元、扫描系统、电子放大器、A/D 采集单元和计算机组成。光学原理如图 1-1-3 所示。入射狭缝、出射缝均为直狭缝，在宽度范围 0~2 mm 内连续可调（顺时针狭缝变宽，逆时针狭缝变窄），光源发出的光束进入狭缝  $S_1$ ， $S_1$  位于反射式准光镜  $M_2$  的焦面上，通过  $S_1$  射入的光束经  $M_2$  反射成平行光束投向平面光栅  $G$ （2 400 条/mm，波长范围 200~660 nm）上，衍射后的平行光束经  $M_3$  成像在  $S_2$ （光电倍增管接收）或  $S_3$ （CCD 接收）上。

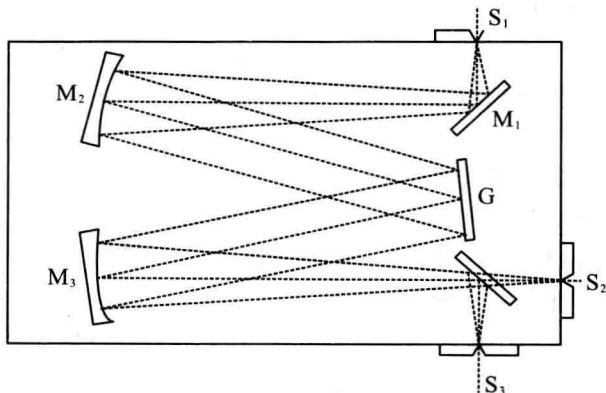


图 1-1-3 WGD-8A 型组合式多功能光栅光谱仪光路图

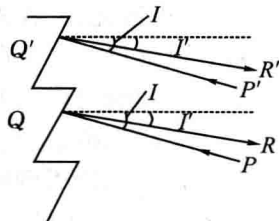


图 1-1-4 闪耀光栅示意图

在光栅光谱仪中常使用反射式闪耀光栅。如图 1-1-4 所示，锯齿型是光栅刻痕形状。现考虑相邻刻槽的相应点上反射的光线。PQ 和 P'Q' 是以  $I$  角入射的光线，QR 和 Q'R' 是以  $I'$  角衍射的两条光线。PQR 和 P'Q'R' 两条光线之间的光程差是  $b(\sin I + \sin I')$ ，其中  $b$  是相邻刻槽间的距离，称为光栅常数。当光程差满足光栅方程

$$b(\sin I + \sin I') = k\lambda, \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

时，光强有一极大值，或者说将出现一条亮的光谱线。

对同一  $k$ ，根据  $I, I'$  可以确定衍射光的波长  $\lambda$ ，这就是光栅测量光谱的原理。闪

耀光栅将同一波长的衍射光集中到某一特定的  $k$  级上。

为了对光谱进行扫描,将光栅安装在转盘上,转盘由电极驱动.转动转盘,可以改变入射角  $I$ ,改变波长范围,实现较大波长范围的扫描.软件中的初始化工作,就是改变  $I$  的大小,改变测试波长范围.

## 2. 实验步骤

### (1) 准备

① 将转换开关置“光电倍增管”挡(本实验用光电倍增管接收),接通电箱电源,将电压调至 400~500 V. 根据光源等实际情况,调节  $S_1, S_2, S_3$  狭缝. 顺时针旋转狭缝增大,反之减小. 旋转一周狭缝宽度变化 0.5 mm. 为保护狭缝,最大不超过 2.5 mm,也不要使狭缝刀口相接触. 调节时动作要轻.

② 打开电脑,点击 WGD-8A 型组合式多功能光栅光谱仪控制处理软件,选择光电倍增管.

③ 初始化. 屏幕显示工作界面,弹出对话框,让用户确认当前的波长位置是否有效、是否重新初始化. 如果选择确定,则确认当前的波长位置,不再初始化;如果选择取消,则初始化,波长位置回到 200 nm 处.

④ 熟悉界面. 工作界面主要由菜单栏、主工具栏、辅工具栏、工作区、状态栏、参数设置区以及寄存器信息提示区等组成. 菜单栏中有“文件”“信息/视图”“工作”“读取数字”“数据图形处理”“关于”等菜单项,与一般的 Windows 应用程序类似.

### (2) 参数设置

工作方式和模式:所采集的数据格式,有能量、透过率、吸光度、基线. 测光谱时选择能量.

间隔:两个数据点间的最小波长间隔,根据需要在 0.01~1.00 nm 之间选择.

工作范围:在起始、终止波长(200~660 nm)和最大、最小值 4 个编辑框中输入相应的值,以确定扫描时的范围.

负高压:设置提供给倍增管的负高压大小,设 1~8 共 8 挡.

增益:设置放大器的放大率,设 1~8 挡.

采集次数:在每个数据点,采集数据区平均的次数. 拖动滑块,可在 1~1 000 次之间改变.

在参数设置区中,选择“数据”项,在“寄存器”下拉列表框中选择某一寄存器,在数据框中显示该寄存器的数据. 参数设置区中,“系统”“高级”两个选项一般不用改动.

## (3) 波长定标

① 将汞灯置于狭缝  $S_1$  前,使光均匀照亮狭缝.

② 用鼠标点击“新建”,再点击“单程”进行扫描,工作区内显示汞灯谱线图.

③ 下拉菜单“读取数据”——“寻峰”——“自动寻峰”,在对话框中选择好寄存器,进行寻峰,读出波长,与汞灯已知谱线(附后)波长进行比较.

④ 下拉菜单“工作”——“检索”,在对话框中输入需校准的波长值,当提示框自动消失时,波长被校准.

## (4) 氢(氘)原子光谱的测量

将光源换成氢(氘)灯,测量氢(氘)光谱的谱线.注意:换灯前,先关闭原来的光源,选择待测光源,再开启光源.

进行单程扫描,获得氢(氘)光谱的谱线,通过“寻峰”求出巴尔末线系前 3~4 条谱线的波长.

注意:在单程扫描过程中发现峰值超过最大值,可点击“停止”,然后寻找最高峰对应的波长,进行定波长扫描.同时调节狭缝,将峰值调到合适位置,然后将波长范围设置成 200~660 nm,再单程扫描.扫描完毕,保存文件.

## 3. 实验要求

(1) 熟悉 WGD-8A 型多功能光栅光谱仪的结构、工作原理及软件操作系统.

(2) 用汞灯对光栅光谱仪进行定标,保存定标前后的谱图.

(3) 测量氢(氘)光谱的谱线,通过“寻峰”求出巴尔末线系前 3~4 条谱线的波长.保存谱图,计算各谱线的里德伯常数  $R_H$  ( $R_D$ ),然后求出平均值.

(4) 计算普适里德伯常数  $R_\infty$ ,并与理论值比较,求相对误差.

附:汞灯标准谱线

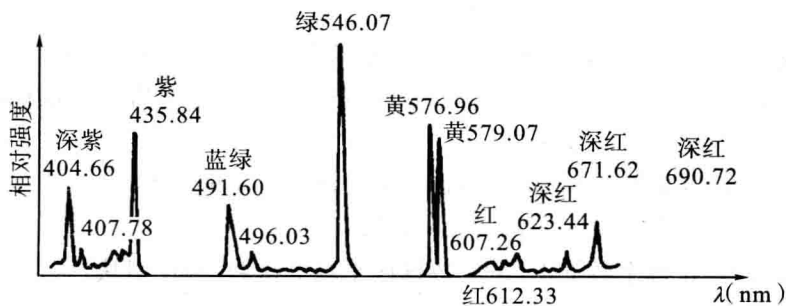


图 1-1-5 汞灯标准谱线



**【思考题】**

(1) 氢原子在可见区、红外区、紫外区的所有谱线系可统一用一个简单公式表达

$$\bar{\nu} = R_H \left( \frac{1}{n_{0i}^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

式中  $n_{0i} = 1, 2, 3, \dots; n = n_{0i} + 1, n_{0i} + 2, \dots$ . 如何选定各氢光谱线的  $n$  的可能值? 其值正确性如何判断? 怎样求得  $n_{0i}$ ?

(2) 光谱中若出现不属于氢的谱线, 应如何判断?

(3) 巴尔末线系极限波长是多大?

(4)  $R_\beta$  (486.133 nm) 谱线附近的色散率是多大?

(5) 氢光谱中, 怎样判断你所看到的是氢原子发出的而不是氢分子发出的? 请问氢分子光谱与氢原子光谱有什么不同?

**实验 1-2 塞曼效应**

1896年, 荷兰物理学家塞曼(P. Zeeman)根据物理学家法拉第的想法, 探测磁场对光谱线的影响, 发现钠双线在磁场中的分裂. 洛伦兹根据经典电子论解释了分裂为3条的正常塞曼效应. 这个效应被誉为继X射线之后物理学最重要的发现之一, 由此塞曼和洛伦兹共同获得了1902年的诺贝尔物理学奖. 塞曼效应证实了原子具有磁矩和空间量子化, 使我们对物质的光谱、原子和分子的结构有了更多的了解. 至今塞曼效应仍是研究能级结构的重要方法之一.

**【实验目的】**

- (1) 通过观察塞曼效应现象, 了解塞曼效应的基本原理.
- (2) 掌握法布里-珀罗标准具的原理及使用.
- (3) 熟练掌握光路的调节.
- (4) 了解采用 CCD 及计算机进行实验处理的方法.