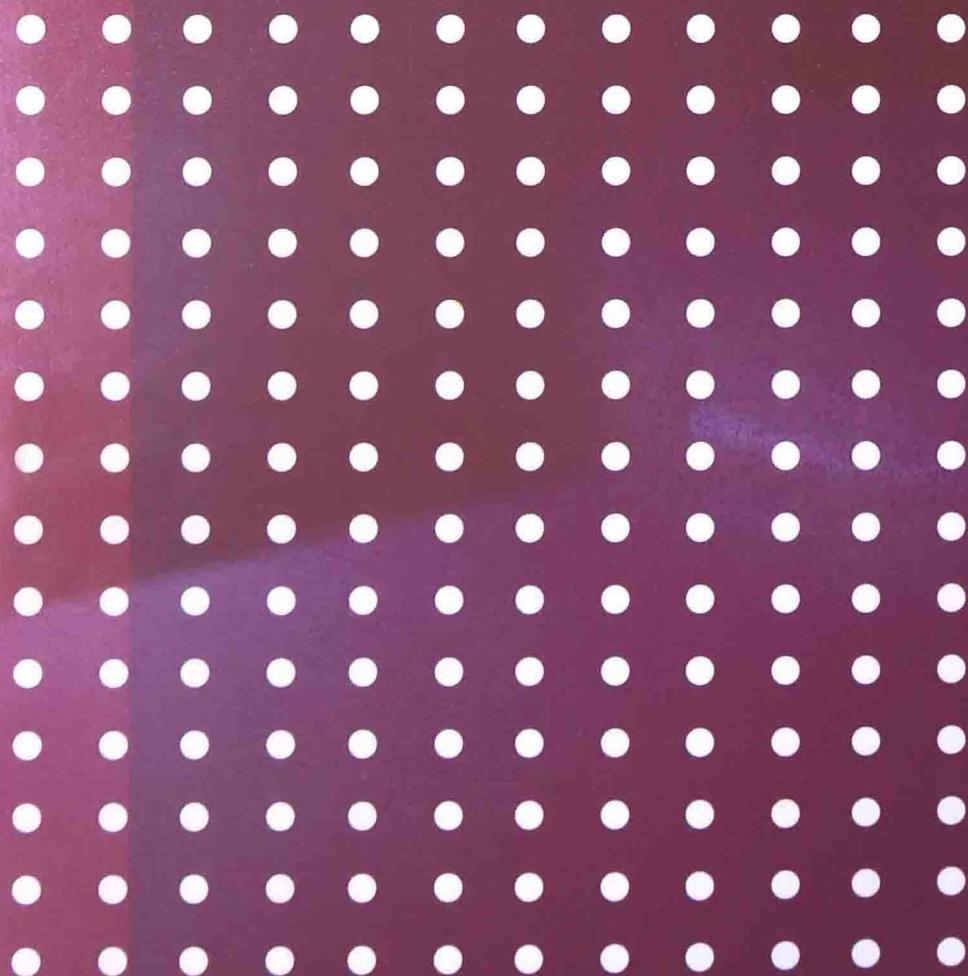


21世纪高等学校电子信息工程规划教材

光电信息专业 实践训练指导

钱惠国 主编

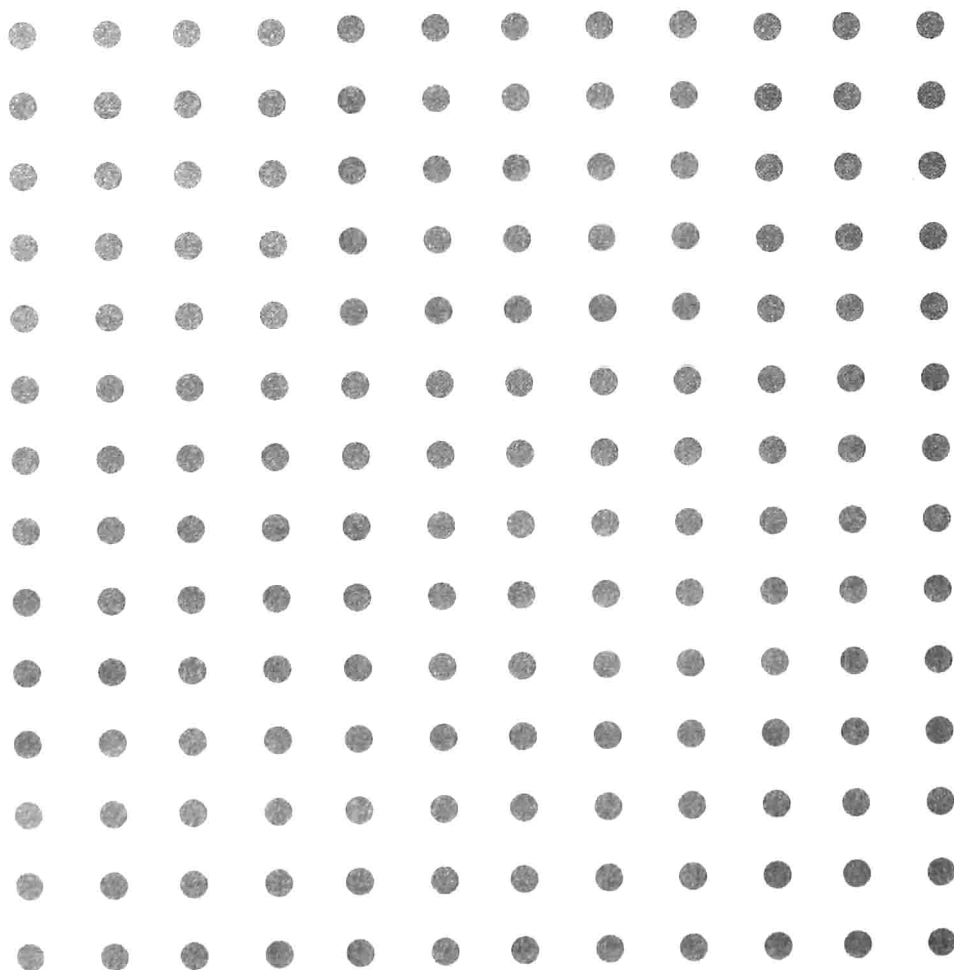


清华大学出版社

21 世纪高等学校电子信息工程规划教材

光电信息专业实践训练指导

钱惠国 主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是根据光电信息类专业的培养目标,并结合作者多年的实践教学经验编写而成的。全书包含工程光学基础、光学设计、光信息处理、光电技术、激光原理、光谱技术、光纤通信与光纤传感和综合训练八大类实验,共 93 个实验项目,既立足于专业基础性实验,又包含了符合专业拓展的综合设计性实验。

本书内容丰富,实验项目可操作性强,既可以作为光信息科学与技术、光电信息工程等专业本科生及研究生的实践教学指导书,也可以作为通信工程、测控技术等相关专业的实验教学参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

光电信息专业实践训练指导/钱惠国主编. —北京:清华大学出版社,2014

21 世纪高等学校电子信息工程规划教材

ISBN 978-7-302-36161-9

I. ①光… II. ①钱… III. ①光电子技术—信息技术—高等学校—教学参考资料 IV. ①TN2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 069341 号

责任编辑:黄 芝 薛 阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁 毅

责任印制:李红英



出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市漂源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:28.25 字 数:709 千字

版 次:2014 年 10 月第 1 版 印 次:2014 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.50 元

产品编号:057197-01

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大和产业结构调整的进一步完善,社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,合理调整和配置教育资源,在改革和改造传统学科专业的基础上,加强工程型和应用型学科专业建设,积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业,积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度,从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时,不断更新其教学内容、改革课程体系,使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展,急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平电子信息类专业课程教材。目前,工程型和应用型学科专业电子信息类专业课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践,如现有的电子信息类专业教材中有不少内容陈旧(依然用传统专业电子信息教材代替工程型和应用型学科专业教材),重理论、轻实践,不能满足新的教学计划、课程设置的需要;一些课程的教材可供选择的种类太少;一些基础课的教材虽然种类较多,但低水平重复严重;有些教材内容庞杂,书越编越厚;专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺,等等,都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此,在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下,清华大学出版社组织出版本系列教材,以满足工程型和应用型电子信息类专业课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点:

(1) 系列教材主要是电子信息学科基础课程教材,面向工程技术应用的培养。本系列教材在内容上坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调工程实践和应用环节。电子信息学科历经了一个多世纪的发展,已经形成了一个完整、科学的理论体系,这些理论是这一领域技术发展的强大源泉,基于理论的技术创新、开发与应用显得更为重要。

(2) 系列教材体现了电子信息学科使用新的分析方法和手段解决工程实际问题。利用计算机强大功能和仿真设计软件,使电子信息领域中大量复杂的理论计算、变换分析等变得快速简单。教材充分体现了利用计算机解决理论分析与实际工程电路的途径与方法。

(3) 系列教材体现了新技术、新器件的开发应用实践。电子信息产业中仪器、设备、产品都已使用高集成化的模块,且不仅仅由硬件来实现,而是大量使用软件和硬件相结合的方法,使产品性价比很高。如何使学生掌握这些先进的技术、创造性地开发应用新技术是本系列教材的一个重要特点。

(4) 以学生知识、能力、素质协调发展为宗旨,系列教材编写内容充分注意了学生创新能力和实践能力的培养,加强了实验实践环节,各门课程均配有独立的实验课程和课程

设计。

(5) 21 世纪是信息时代,学生获取知识可以是多种媒体形式和多种渠道的,而不再局限于课堂上,因而传授知识不再以教师为中心,以教材为唯一依托,而应该多为学生提供各类学习资料(如网络教材、CAI 课件、学习指导书等)。应创造一种新的学习环境(如讨论、自学、设计制作竞赛等),让学生成为学习主体。该系列教材以计算机、网络和实验室为载体,配有多种辅助学习资料,可提高学生学习兴趣。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校电子信息工程规划教材编委会

联系人: 魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

本书按照光电信息类专业的培养目标,并结合广大高等院校为培养具有光、机、电、算一体化复合型人才的实践教学需要,在作者长期实践教学、研究和积累的基础上编写而成。

全书包括 8 章,第 1 章是工程光学基础类实验,介绍应用光学和物理光学相关的实验教学内容,其中应用光学相关的实验有透镜成像性质研究、近视与远视的矫正、照相机景深的研究、单透镜的球差和色差研究、显微镜和望远镜放大率的测量、用分光计测量棱镜折射率;物理光学相关的实验有光栅衍射测量光波长、夫琅和费衍射及狭缝宽度的测量、用双缝干涉测量光波长、用牛顿环干涉测量透镜曲率半径、用迈克尔逊干涉仪测量微小位移、用双棱镜干涉仪测钠光波长、偏振现象的观测和分析。第 2 章是光学设计类实验,介绍 ZEMAX 光学设计软件的使用和光学薄膜设计与制备方面的实验。第 3 章是光信息处理类实验,主要介绍光学全息及光信息处理与应用方面的实验。第 4 章是光电技术类实验,主要介绍光电子技术、光调制技术、光电传感技术等方面相关的实验。第 5 章是激光原理类实验,介绍氦氖激光器的模式测量和分析、激光束质量的测量与分析、半导体激光器的装调与测量、电光调 Q 固体激光器的装调与测量等相关实验。第 6 章是光谱技术类实验,介绍光谱技术与应用和色度学方面的实验,其中与光谱技术与应用相关的实验有光栅光谱仪的认识与校正、单光子计数实验、叶绿素吸收光谱曲线及含量的测定、激光拉曼光谱实验、荧光光谱测量实验、激光诱导击穿光谱法分析物质成分;色度仪的认识与校正、光源及透射样品的色度测量、用光纤光谱仪测量 LED 的色度、用光纤光谱仪测量反射物体的色度、比较测色法测定液体的色度、积分球用于 LED 光通量测量、光色混合及物体显色研究。第 7 章是光纤通信与光纤传感类实验,介绍光纤通信中常用光源及探测器特性测试、光纤无源器件特性测试、掺铒光纤放大器工作原理及特性测试、光纤通信系统的组成及音频通信实现、光纤通信中的编码与解码、光纤通信系统中误码率及眼图的测量、光上/下载实验系统的组建、光纤温度传感测量、光纤光栅传感原理及其应用等实验内容。第 8 章是综合训练类实验,主要介绍简单光电系统与光电产品的设计与制作。本书内容丰富,覆盖知识面广,既包含专业基础实验又含有技能拓展实验。

本书第 5 章由毛和法编写,第 1 章的 1.1、1.5~1.7、1.9、1.10、1.12 节由许富洋编写,其他章节由钱惠国编写,并由钱惠国负责统稿。

本书的编写还得到了彭保进、李勇、任志君、范长江、邵杰、周卫东、马利红等老师的指导和帮助,在此对他们表示衷心的感谢。此外,还要感谢天津港东科技发展股份有限公司、天

津市金飞博光通信技术有限公司、长春禹衡光学有限公司、武汉光驰科技有限公司、华东师范大学科教仪器厂等公司和厂家提供相关实验仪器和技术指导。

由于编者水平有限,难免会有不到之处,恳请同行及广大读者提出宝贵意见,以便我们不断改进。

编 者

2014 年 3 月

目 录

第 1 章 工程光学基础类实验	1
实验 1.1 透镜成像性质研究	1
实验 1.2 近视与远视的矫正	6
实验 1.3 照相机景深的研究	11
实验 1.4 单透镜的球差和色差研究	14
实验 1.5 显微镜和望远镜放大率的测量	18
实验 1.6 用分光计测量棱镜折射率	21
实验 1.7 光栅衍射测量光波长	28
实验 1.8 夫琅和费衍射及狭缝宽度的测量	32
实验 1.9 用双缝干涉测量光波长	35
实验 1.10 用牛顿环干涉测量透镜曲率半径	38
实验 1.11 用迈克尔逊干涉仪测量微小位移	41
实验 1.12 用双棱镜干涉测钠光波长	46
实验 1.13 偏振现象的观测和分析	49
第 2 章 光学设计类实验	55
实验 2.1 ZEMAX 软件界面介绍及单透镜成像分析	55
实验 2.2 单透镜的设计与优化	61
实验 2.3 双透镜的设计	68
实验 2.4 牛顿望远镜的设计	74
实验 2.5 带非球面校正器的施密特-卡塞格林系统的设计	77
实验 2.6 多重结构配置的激光扩束器设计	83
实验 2.7 光学薄膜设计——TFCalc 的应用	90
实验 2.8 光栅光谱仪测量滤光片的光谱透过率	97
实验 2.9 干涉法测量光学薄膜厚度	100
实验 2.10 椭圆偏振法测量光学薄膜厚度	105
实验 2.11 真空的获得和测量	112
实验 2.12 真空镀膜制备金属反射镜	117

第 3 章 光信息处理类实验	122
实验 3.1 阿贝成像原理与空间滤波	122
实验 3.2 θ 调制假彩色编码	126
实验 3.3 全息光栅的拍摄	129
实验 3.4 漫反射物体三维的全息照相	132
实验 3.5 一步彩虹全息图的制作	135
实验 3.6 二步彩虹全息的拍摄	138
实验 3.7 像面全息图的制作	141
实验 3.8 数字全息实验	143
实验 3.9 计算全息实验	148
实验 3.10 利用复合光栅实现光学微分	153
实验 3.11 光学传递函数的测量及透镜成像质量分析	157
实验 3.12 条纹投影物体三维外形测量	162
实验 3.13 多尺度小波变换测量狭缝宽度	169
实验 3.14 利用莫尔条纹测量微小位移	176
实验 3.15 电寻址液晶光阀的电光效应实验	178
实验 3.16 基于液晶光阀的傅里叶变换及全息性质的验证	183
第 4 章 光电技术类实验	188
实验 4.1 发光二极管特性测试实验	188
实验 4.2 光源光谱功率测定实验	194
实验 4.3 光敏电阻特性测试实验	200
实验 4.4 光电二极管特性测试	205
实验 4.5 光电倍增管特性测试实验	210
实验 4.6 电光调制实验	221
实验 4.7 磁光调制实验	226
实验 4.8 声光调制实验	230
实验 4.9 热释电红外报警实验	234
实验 4.10 光电报警实验	238
实验 4.11 PSD 位置传感实验	242
实验 4.12 光电式直流电机测速	245
实验 4.13 红外遥控实验	248
实验 4.14 线阵 CCD 的驱动及其应用	251
第 5 章 激光原理类实验	257
实验 5.1 He-Ne 激光器的高斯光束和发散角的测量	257

实验 5.2	共焦球面扫描干涉仪与 He-Ne 激光器的模式分析	260
实验 5.3	半导体泵浦全固体激光器的装调及测量	265
实验 5.4	半导体激光器发射光谱测量	271
实验 5.5	电光调 Q 脉冲固体激光器的装调	276
实验 5.6	电光调 Q 激光器特性测试及倍频实验	281
实验 5.7	激光光束质量测量及分析	291
第 6 章	光谱技术类实验	298
实验 6.1	光栅光谱仪的认识与校正	298
实验 6.2	单光子计数实验	304
实验 6.3	叶绿素吸收光谱曲线及含量的测定	310
实验 6.4	激光拉曼光谱实验	315
实验 6.5	荧光光谱测量实验	322
实验 6.6	激光诱导击穿光谱法分析物质成分	330
实验 6.7	色度仪的认识与校正	333
实验 6.8	光源及透射样品的色度测量	338
实验 6.9	用光纤光谱仪测量 LED 的色度	342
实验 6.10	用光纤光谱仪测量反射物体的色度	350
实验 6.11	比较测色法测定液体的色度	353
实验 6.12	积分球用于 LED 光通量测量	356
实验 6.13	光色混合及物体显色研究	359
第 7 章	光纤通信与光纤传感类实验	363
实验 7.1	光纤通信中常用光源及探测器特性测试	363
实验 7.2	光纤无源器件特性测试	368
实验 7.3	掺铒光纤放大器工作原理及特性测试	376
实验 7.4	光纤通信系统的组成及音频通信实现	383
实验 7.5	光纤通信中的编码与解码	388
实验 7.6	光纤通信系统中误码率及眼图的测量	395
实验 7.7	光上/下载实验系统的组建	402
实验 7.8	光纤温度传感测量	404
实验 7.9	光纤光栅传感原理及其应用	408
第 8 章	综合训练类实验	416
实验 8.1	光电计数器设计与制作	416
实验 8.2	光电密码锁的设计与制作	416
实验 8.3	光电测速系统的设计与制作	417

实验 8.4	光通信系统的设计与制作	418
实验 8.5	简易透过率测试仪的设计与制作	418
实验 8.6	红外遥控系统的设计与制作	419
实验 8.7	光电系统设计实验参考实例	420
参考实例 1	单片机实现跑马灯	420
参考实例 2	两位数码管扫描计数	421
参考实例 3	单片机(AT89C51)驱动液晶(LCD1602)	422
参考实例 4	单片机(AT89C51)控制 ADC0808	430
实验 8.8	熔融拉锥法制备光纤耦合器、波分复用器	433
实验 8.9	水晶激光内雕	437

第 1 章 工程光学基础类实验

实验 1.1 透镜成像性质研究

一、实验目的

通过本实验,可以加深对透镜成像原理的理解,掌握凸透镜和凹透镜焦距的测量方法,了解透镜组基点和基面的概念及测量方法。

二、实验内容

- (1) 用成像法、共轭法和自准直法测量凸透镜的焦距。
- (2) 用辅助透镜法测量凹透镜的焦距。
- (3) 用测节器测量透镜组(光具组)的基点。

三、实验器材

溴钨灯光源、测节器、待测凸透镜、待测薄凹透镜、物屏、像屏、准直透镜和平面反射镜等。

四、实验原理

透镜是一种使用广泛的光学元件,描述透镜及透镜组的参数有很多,其中焦距是最为常用的参数之一。

如图 1.1-1 所示,设薄透镜的焦距为 f ,物距为 u ,对应的像距为 v ,则透镜的成像公式可表示为

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \quad (1.1-1)$$

设入射光线从左至右,我们规定:

- ① 若物在薄透镜之左(实物),则 $u > 0$; 若物在薄透镜之右(虚物),则 $u < 0$ 。
- ② 若像在薄透镜之左(虚像),则 $v < 0$; 若像

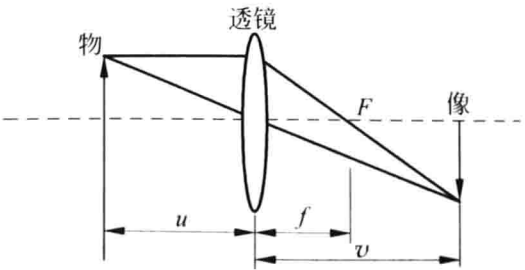


图 1.1-1 薄透镜成像原理图

在薄透镜之右(实像),则 $v > 0$ 。

在进行计算时,必须注意各物理量的符号法则,运算时已知量需添加符号,未知量则根据求得的结果的符号判断其物理意义。

1. 凸透镜焦距的测量

(1) 成像法

以物屏为物,用光源照射,通过物屏的光经凸透镜,在一定条件下成实像,可用白屏接收加以观察,通过测量物距和像距,利用透镜成像公式即可算出 f 。

(2) 共轭法

当物距在一倍焦距和二倍焦距之间时,在像方可以获得一放大的实像,物距大于二倍焦距时,可以得到一缩小的实像。当物和屏之间的距离 $L > 4f$ 时,固定物和屏,移动透镜至 I、II 处,如图 1.1-2 所示,在白屏上可分别获得一放大的实像和一缩小的实像,称为两次成像法或共轭法,透镜在 I 和 II 之间的距离为 d 。

由式(1.1-1)及物像的共轭对称性质,可得

$$f = \frac{L^2 - d^2}{4L} \quad (1.1-2)$$

式(1.1-2)表明,只要测出 d 和 L ,即可计算出 f ,而且这种方法无须考虑透镜本身的厚度。

(3) 自准直法

如图 1.1-3 所示,从凸透镜焦面的物发出的光经凸透镜成平行光,再经平面反射回来,则可在原焦面位置得到与原物等大倒立的实像,设物与凸透镜的位置分别为 x_1 、 x_2 ,则可得该透镜的焦距为

$$f = |x_1 - x_2| \quad (1.1-3)$$

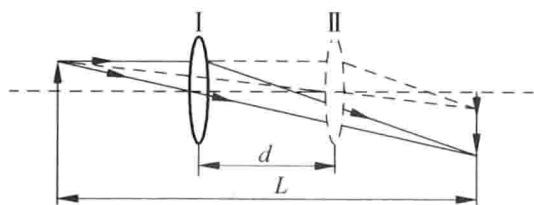


图 1.1-2 两次成像法示意图

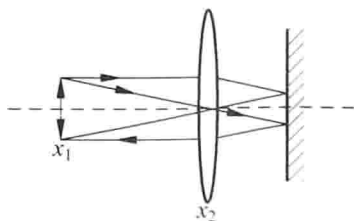


图 1.1-3 自准直法示意图

2. 凹透镜焦距的测量

用辅助透镜法测量凹透镜的焦距,如图 1.1-4 所示,设在 A 处的物体发出的光经辅助透镜 L_1 后成实像于 A' 处,而放上待测凹透镜 L_2 后使成实像于 A'' 处,则 A' 和 A'' 相对 L_2 来说是虚物和实像。分别测出 L_2 到 A' 、 A'' 的距离,根据式(1.1-1)即可算出凹透镜的焦距 f 。

3. 透镜组基点的测量

设有一束平行光入射到由两片薄透镜组成的光具组,光具组与平行光束共轴,光线通过

光具组后,会聚于白屏上的点 Q ,如图 1.1-5 所示,此 Q 点即为光具组的像方焦点 F' 。

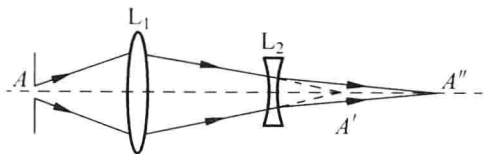


图 1.1-4 辅助透镜法示意图

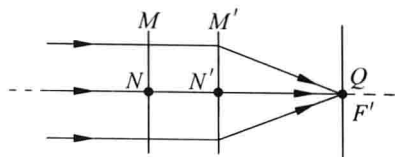


图 1.1-5 透镜组的焦点

若以垂直于平行光的某一方向为轴,将光具组转动一小角度,可能有如下两种情况。

(1) 回转轴恰好通过光具组的像方节点 N'

因为入射到物方节点 N 的光线,必从像方节点 N' 射出,而且出射光平行于入射光。当 N' 未动,入射角光束方向未变,则通过光具组的光束仍然会聚于焦平面上的 Q 点,如图 1.1-6(a) 所示。但是,这时光具组的像方焦点 F' 已离开 Q 点,严格地讲,回转后像的清晰度稍差。

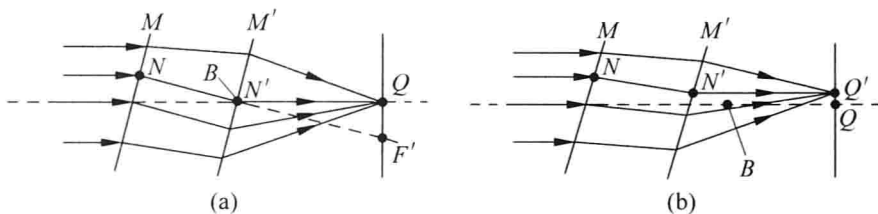


图 1.1-6 透镜组基点测量原理

(2) 回转轴未通过光具组的像方节点 N'

由于像方节点 N' 未在回转轴上,所以光具组转动后, N' 出现移动,但由 N' 的出射光仍然平行于入射光,所以由 N' 出射的光线和前一情况相比将出现平移,光束的会聚点将从 Q 移到 Q' ,如图 1.1-6(b) 所示。

在一个能够绕 OO' 轴转动且侧面装有刻度尺的导轨上安装一个可以移动的滑槽,就组成了一个测节器。将待测的透镜组 L_s (由薄透镜 L_1 和 L_2 组成的共轴系统) 安装在滑槽上,位置可调,并由槽上的刻度尺指示 L_s 的位置,如图 1.1-7 所示。测节器前,光源 S 发出的光经物屏 P 后被透镜 L 准直成平行光。物屏 P 经透镜组 L_s 后成像在像屏 P' 。测量时轻轻地转动滑槽,观察像屏上的像是否移动,参照上述方法判断节点 N' 是否位于 OO' 轴上,如果节点不在 OO' 轴上,再调整 L_s 在水平槽中的位置,直到节点 OO' 轴上,根据转动轴的位置可以求出节点相对于 L_s 的位置,转动轴到像屏的距离即为透镜组的像方焦距。

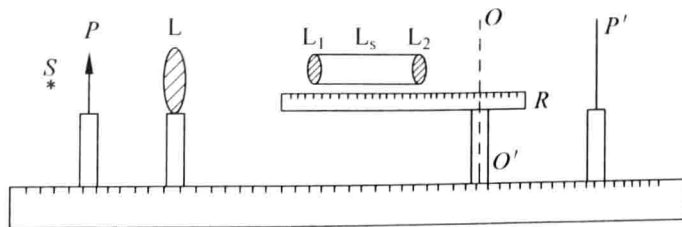


图 1.1-7 节点架示意图

五、实验步骤

1. 测量凸透镜的焦距

(1) 成像法测量

- ① 如图 1.1-1 所示,选用溴钨灯、物屏、待测凸透镜和像屏。
- ② 依次放置溴钨灯、物屏、待测凸透镜和像屏,并调节其中心等高。
- ③ 调节物屏、待测凸透镜和像屏的相对位置,使像屏上出现物的清晰实像。
- ④ 测量透镜与物屏之间的距离 u 和透镜与像屏之间的距离 v ,根据式(1.1-1)计算出待测凸透镜的焦距 f 。
- ⑤ 重复实验,多次测量取平均值。成像法测量凸透镜焦距数据记录表如表 1.1-1 所示。

表 1.1-1 成像法测量凸透镜焦距数据记录表

序号	物屏的位置	待测凸透镜的位置	像屏的位置	物距 u	像距 v	待测焦距 f
1						
2						
3						
⋮						

(2) 共轭法测量

- ① 如图 1.1-2 所示,选用溴钨灯、物屏、待测凸透镜和像屏。
- ② 依次放置溴钨灯、物屏、待测凸透镜和像屏,并调节其中心等高。
- ③ 调节物屏和像屏的相对位置并固定,调节待测凸透镜的位置,观察到像屏上两次出现物的清晰实像(其中一个为放大像,另一个为缩小像)。
- ④ 调节待测凸透镜的位置,使像屏上出现清晰的放大实像,记录待测凸透镜的位置 x_1 ;调节待测凸透镜的位置,使像屏上出现清晰的缩小实像,记录待测凸透镜的位置 x_2 。
- ⑤ 测量物屏与像屏之间的距离 L ,根据式(1.1-2)计算出待测凸透镜的焦距 f 。
- ⑥ 重复实验,多次测量取平均值。共轭法测量凸透镜焦距数据记录表如表 1.1-2 所示。

表 1.1-2 共轭法测量凸透镜焦距数据记录表

序号	待测凸透镜的位置 x_1	待测凸透镜的位置 x_2	物屏与像屏之间的距离 L	$d = x_1 - x_2 $	待测焦距 f
1					
2					
3					
⋮					

(3) 自准直法测量

- ① 如图 1.1-3 所示,选用溴钨灯、物屏、待测凸透镜和平面反射镜。

- ② 依次放置溴钨灯、物屏、待测凸透镜和平面反射镜,并调节其中心等高。
- ③ 固定物屏,调节平面反射镜的位置,观察到物屏上出现物的等大倒立像。
- ④ 测量物屏与待测凸透镜之间的距离,即为待测凸透镜的焦距 f 。
- ⑤ 重复实验,多次测量取平均值。自准直法测量凸透镜焦距数据记录表如表 1.1-3 所示。

表 1.1-3 自准直法测量凸透镜焦距数据记录表

序号	物屏的位置 x_1	待测凸透镜的位置 x_2	待测焦距 $f= x_1-x_2 $
1			
2			
3			
⋮			

2. 测量凹透镜的焦距

- (1) 如图 1.1-4 所示,选用溴钨灯、物屏、辅助凸透镜、待测凹透镜和像屏。
- (2) 调节各元件中心等高,依次放置溴钨灯、物屏、辅助凸透镜和像屏。
- (3) 调节元件相对位置,使像屏上出现物的清晰实像,记下此时像屏的位置 x_1 。
- (4) 在辅助凸透镜和像屏之间放入待测凹透镜,调节像屏位置,使像屏上出现物的清晰实像,记下此时像屏的位置 x_2 和待测凹透镜的位置 x_0 。
- (5) 根据对应关系,物距 $u=-|x_1-x_0|$,像距 $v=|x_2-x_0|$,根据式(1.1-1)计算出待测凹透镜的焦距 f 。
- (6) 重复实验,多次测量取平均值。凹透镜焦距测量数据记录表如表 1.1-4 所示。

表 1.1-4 凹透镜焦距测量数据记录表

序号	凸透镜的成像位置 x_1	待测凸透镜的成像位置 x_2	待测凸透镜的位置 x_0	物距 u	像距 v	待测焦距 f
1						
2						
3						
⋮						

3. 透镜组基点的测量

- (1) 选用溴钨灯、物屏、准直透镜、待测透镜组、测节器和像屏。
- (2) 将透镜组合置于测节器的滑槽上,如图 1.1-7 所示放置各元件,并调节中心等高。
- (3) 用自准直方法调节物屏位于准直透镜的物方焦面上,调好后固定,实验中位置不动。
- (4) 放置好透镜组位置,前后移动像屏,使其接收到清晰的像。
- (5) 微微转动移动透镜组,从像的移动判断节点 N 的位置,然后根据判断情况再移动透镜组,直至像方节点位于转轴 OO' 上(可用放大镜观察像)。记录 OO' 轴的位置 x_1 和像屏

的位置 x_2 ,以及透镜组对于 OO' 轴的位置 a 和 b 。

(6) 重复实验,并计算焦距 f 和节点距透镜组中心的距离 d ,将实验数据填入表 1.1-5 中。

(7) 透镜组转过 180° ,此时原来的像方节点 N' 靠近光源,用同样的方法测出物方节点。

表 1.1-5 透镜组基点测量数据记录表

序号	OO' 轴的位置 x_1	像屏的位置 x_2	透镜 L_1 的位置 a	透镜 L_2 的位置 b	节点距透镜组中心的距离 d	待测焦距 $f= x_1-x_2 $
1						
2						
3						
⋮						

六、思考题

- (1) 在两次成像法实验中,物和屏之间的距离为什么必须大于 $4f$?
- (2) 在辅助透镜法测凹透镜焦距中,放入凹透镜,一定可以得到实像吗? 为什么?
- (3) 若节点架回转轴未通过光具组的像方节点 N' ,如何根据像 Q' 相对 Q 的移动判断 N' 偏离回转轴的方位?
- (4) 用两个凸透镜能组成“凹透镜”吗? 用两个凹透镜能组成“凸透镜”吗?

【参考文献】

杨述武. 普通物理实验. 北京: 高等教育出版社,2003.

实验 1.2 近视与远视的矫正

一、实验目的

通过本实验,借助实验模型了解远近不同的物体对近视和远视的不同影响,掌握近视和远视两种视觉缺陷的矫正。

二、实验内容

- (1) 近视眼模型的建立及其矫正。
- (2) 远视眼模型的建立及其矫正。

三、实验器材

卤素灯、三缝灯罩、半圆柱形透镜、平凸透镜、平凹透镜、直流电源、圆规和直尺等。