



教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

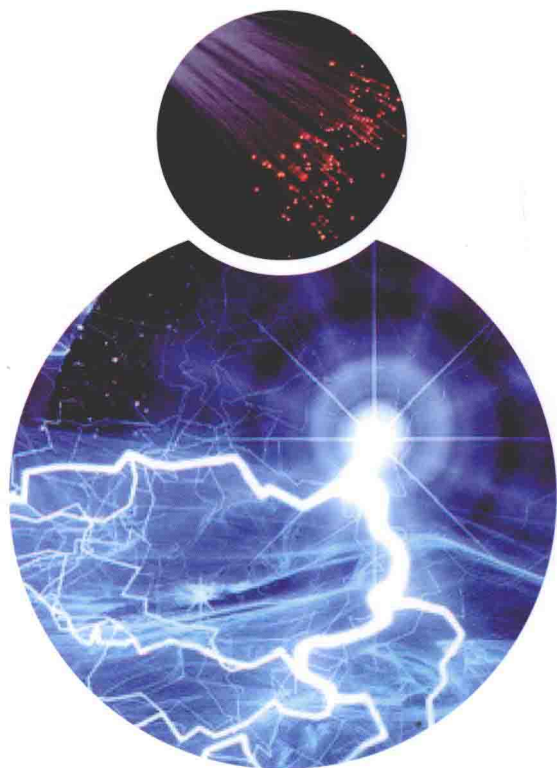
光学工程

Experiment of Optoelectronic Information
Science and Technology

光电信息科学 与技术实验

裴世鑫 崔芬萍 编著

Pei Shixin Cui Fenping



清华大学出版社





教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会
高等学校电子信息类专业系列教材

Experiment of Optoelectronic Information Science and Technology

光电信息科学 与技术实验

裴世鑫 崔芬萍 编著

Pei Shixin

Cui Fenping

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是针对光电信息科学与工程专业的培养要求而编写的专业实验课程教材。全书共5章,分别为绪论、工具软件在实验数据处理中的应用、光电信息科学与技术实验基础知识、基础光电实验和光电信息技术实验。全书共收入42个实验项目,涉及基础光电技术、光电信息技术,及光电精密测量三大块。书中实验综合了光电信息科学与技术的理论知识,采用光、机、电、算等手段,尽可能使其与工程应用相联系。每个实验项目包括实验名称、实验目的、实验仪器、实验原理以及实验内容与步骤等内容,最后还附有与实验相关的思考题,以方便学生学习。本书可作为高等院校光电信息科学与工程专业的实验教材,也可作为电子与信息工程、物理学、应用物理学以及其他开设光电信息技术实验的本科生教材。

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

光电信息科学与技术实验/裴世鑫,崔芬萍编著.--北京:清华大学出版社,2015

高等学校电子信息类专业系列教材

ISBN 978-7-302-40727-0

I. ①光… II. ①裴… ②崔… III. ①光电子技术—信息技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TN2-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第261891号



责任编辑:梁颖 柴文强

封面设计:李召霞

责任校对:焦丽丽

责任印制:刘海龙

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:北京富博印刷有限公司

装订者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24.25

字 数:589千字

版 次:2015年11月第1版

印 次:2015年11月第1次印刷

印 数:1~1500

定 价:49.00元

产品编号:065970-01

高等学校电子信息类专业系列教材

顾问委员会

谈振辉	北京交通大学 (教指委高级顾问)	郁道银	天津大学 (教指委高级顾问)
廖延彪	清华大学 (特约高级顾问)	胡广书	清华大学 (特约高级顾问)
华成英	清华大学 (国家级教学名师)	于洪珍	中国矿业大学 (国家级教学名师)
彭启琮	电子科技大学 (国家级教学名师)	孙肖子	西安电子科技大学 (国家级教学名师)
邹逢兴	国防科学技术大学 (国家级教学名师)	严国萍	华中科技大学 (国家级教学名师)

编审委员会

主任	吕志伟	哈尔滨工业大学		
副主任	刘旭	浙江大学	王志军	北京大学
	隆克平	北京科技大学	葛宝臻	天津大学
	秦石乔	国防科学技术大学	何伟明	哈尔滨工业大学
	刘向东	浙江大学		
委员	王志华	清华大学	宋梅	北京邮电大学
	韩焱	中北大学	张雪英	太原理工大学
	殷福亮	大连理工大学	赵晓晖	吉林大学
	张朝柱	哈尔滨工程大学	刘兴钊	上海交通大学
	洪伟	东南大学	陈鹤鸣	南京邮电大学
	杨明武	合肥工业大学	袁东风	山东大学
	王忠勇	郑州大学	程文青	华中科技大学
	曾云	湖南大学	李思敏	桂林电子科技大学
	陈前斌	重庆邮电大学	张怀武	电子科技大学
	谢泉	贵州大学	卞树檀	第二炮兵工程大学
	吴瑛	解放军信息工程大学	刘纯亮	西安交通大学
	金伟其	北京理工大学	毕卫红	燕山大学
	胡秀珍	内蒙古工业大学	付跃刚	长春理工大学
	贾宏志	上海理工大学	顾济华	苏州大学
	李振华	南京理工大学	韩正甫	中国科学技术大学
	李晖	福建师范大学	何兴道	南昌航空大学
	何平安	武汉大学	张新亮	华中科技大学
	郭永彩	重庆大学	曹益平	四川大学
	刘缠牢	西安工业大学	李儒新	中科院上海光学精密机械研究所
	赵尚弘	空军工程大学	董友梅	京东方科技集团
	蒋晓瑜	装甲兵工程学院	蔡毅	中国兵器科学研究院
	仲顺安	北京理工大学	冯其波	北京交通大学
	黄翊东	清华大学	张有光	北京航空航天大学
	李勇朝	西安电子科技大学	江毅	北京理工大学
	章毓晋	清华大学	谢凯年	赛灵思公司
	刘铁根	天津大学	张伟刚	南开大学
	王艳芬	中国矿业大学	宋峰	南开大学
	苑立波	哈尔滨工程大学	靳伟	香港理工大学
丛书责任编辑	盛东亮	清华大学出版社		

序

FOREWORD

我国电子信息产业销售收入总规模在 2013 年已经突破 12 万亿元,行业收入占工业总体比重已经超过 9%。电子信息产业在工业经济中的支撑作用凸显,更加促进了信息化和工业化的高层次深度融合。随着移动互联网、云计算、物联网、大数据和石墨烯等新兴产业的爆发式增长,电子信息产业的发展呈现了新的特点,电子信息产业的人才培养面临着新的挑战。

(1) 随着控制、通信、人机交互和网络互联等新兴电子信息技术不断发展,传统工业设备融合了大量最新的电子信息技术,它们一起构成了庞大而复杂的系统,派生出大量新兴的电子信息技术应用需求。这些“系统级”的应用需求,迫切要求具有系统级设计能力的电子信息技术人才。

(2) 电子信息系统设备的功能越来越复杂,系统的集成度越来越高。因此,要求未来的设计者应该具备更扎实的理论基础知识和更宽广的专业视野。未来电子信息系统的设计越来越要求软件和硬件的协同规划、协同设计和协同调试。

(3) 新兴电子信息技术的发展依赖于半导体产业的不断推动,半导体厂商为设计者提供了越来越丰富的生态资源,系统集成厂商的全方位配合又加速了这种生态资源的进一步完善。半导体厂商和系统集成厂商所建立的这种生态系统,为未来的设计者提供了更加便捷却又必须依赖的设计资源。

教育部 2012 年颁布了新版《高等学校本科专业目录》,将电子信息类专业进行了整合,为各高校建立系统化的人才培养体系,培养具有扎实理论基础和宽广专业技能的、兼顾“基础”和“系统”的高层次电子信息人才给出了指引。

传统的电子信息学科专业课程体系呈现“自底向上”的特点,这种课程体系偏重对底层元器件的分析与设计,较少涉及系统级的集成与设计。近年来,国内很多高校对电子信息类专业课程体系进行了大力度的改革,这些改革顺应时代潮流,从系统集成的角度,更加科学合理地构建了课程体系。

为了进一步提高普通高校电子信息类专业教育与教学质量,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《教育部关于全面提高高等教育质量若干意见》(教高【2012】4 号)的精神,教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会开展了“高等学校电子信息类专业课程体系”的立项研究工作,并于 2014 年 5 月启动了《高等学校电子信息类专业系列教材》(教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材)的建设工作。其目的是为推进高等教育内涵式发展,提高教学水平,满足高等学校对电子信息类专业人才培养、教学改革与课程改革的需要。

本系列教材定位于高等学校电子信息类专业的专业课程,适用于电子信息类的电子信

息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程及其相近专业。经过编审委员会与众多高校多次沟通,初步拟定分批次(2014—2017年)建设约100门课程教材。本系列教材将力求在保证基础的前提下,突出技术的先进性和科学的前沿性,体现创新教学和工程实践教学;将重视系统集成思想在教学中的体现,鼓励推陈出新,采用“自顶向下”的方法编写教材;将注重反映优秀的教学改革成果,推广优秀的教学经验与理念。

为了保证本系列教材的科学性、系统性及编写质量,本系列教材设立顾问委员会及编审委员会。顾问委员会由教指委高级顾问、特约高级顾问和国家级教学名师担任,编审委员会由教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会委员和一线教学名师组成。同时,清华大学出版社为本系列教材配置优秀的编辑团队,力求高水准出版。本系列教材的建设,不仅有众多高校教师参与,也有大量知名的电子信息类企业支持。在此,谨向参与本系列教材策划、组织、编写与出版的广大教师、企业代表及出版人员致以诚挚的感谢,并殷切希望本系列教材在我国高等学校电子信息类专业人才培养与课程体系建设中发挥切实的作用。

吕志伟 教授

前言

PREFACE

高等教育,不但要求把基本知识传授给学生,更重要的是要培养学生的全面素质和综合能力,特别是综合运用各方面的知识解决实际问题的能力,而实验教学无疑是连接基本知识和专业技能之间的有效手段。

实验是自然科学的根本,是工程技术的基础,大量的重要发现源于对自然的观察和实验研究。光电信息科学与工程是实践性很强的专业,实验教学是加强该专业学生基本技能训练、培养学生严谨的科学态度、分析问题与解决问题的综合能力以及创新能力的重要环节,在塑造学生的专业特点方面占有十分重要的地位,在人才培养中起着关键作用。

光电信息科学与技术实验旨在培养学生掌握光电信息科学与技术的基础知识、基本实验技能、现代光学与光信息实验技术和研究方法,通过实验教学来提高学生的科学素养,培养学生的创新意识、创新精神、创新思维 and 创新能力。

为了在教学中进一步加强对学生实验技能的培养,提升学生的实验动手能力,我们在光电信息科学与工程专业多年实验室建设和实验教学的基础上,参阅了大量优秀实验教材,结合一些生产商所提供的实验仪器说明书,编写了这本实验教材,希望能对当前光电信息科学与工程专业比较薄弱的实验教学环节起促进作用。

本书共5章,第1章为绪论,介绍光电信息科学与技术实验在学生掌握光电信息科学与技术理论知识中的作用以及实验教学的意义;第2章为工具软件在实验数据处理中的应用,主要介绍了 Origin、Excel、MATLAB、Maple 等工具软件在光电信息科学与技术实验数据处理中的应用;第3章是光电信息科学与技术实验基础知识,主要介绍光电信息科学与技术实验的基本操作,常用光学部件、机械部件及其组合等,第4章是基础光电实验,主要介绍基础光电实验中常见的24个实验;第5章是光电信息技术实验,主要介绍与光电信息技术相关的18个实验项目。全书共收入42个实验项目,涉及基础光电技术、光电信息记录与技术、光电信息调制与技术、光电信息处理与技术以及光电精密测量五大块,综合了光电信息科学与技术的理论知识,采用光、机、电、算等手段,尽可能与工程应用相联系。每个实验包括实验名称、实验目的、实验仪器、实验原理以及实验内容与步骤等,最后还附有与实验相关的思考题,以方便学生学习。书中各实验项目之间彼此独立,以便教师根据不同专业的学时要求和专业需求独立选择适当的实验项目。

本书由南京信息工程大学裴世鑫、崔芬萍主编,其中绪论、第1、2、3章和第5章由裴世鑫编写,第4章由崔芬萍编写;全书由裴世鑫统稿。在本书编写过程中,孙婷婷、顾芳、苏静、徐林华、赵立龙、武旭华、王俊锋、赵静、张仙玲、夏江涛等老师对本书的编写提出了很多宝贵的建议;肖韶荣教授、张成义教授、赖敏教授和陈玉林副教授对本书的编写给予了大的指导和帮助;本书编写工作得到了南京信息工程大学教务处、南京信息工程大学滨江学

院和南京信息工程大学物理与光电工程学院的大力支持,被列为“南京信息工程大学 2015 年度教材基金立项建设项目”和“南京信息工程大学滨江学院 2015 年度教材基金立项建设项目”,深表感谢。

本书可作为高等院校光学专业、光学仪器专业、光电信息科学与工程专业以及相关专业的本科生实验教材。

由于编者水平有限,书中会有错误和不足之处,敬请广大读者批评指正,以便我们再版时修正。

裴世鑫

2015 年 8 月于南京

目录

CONTENTS

第 1 章 绪论	1
1.1 实验教学的含义	1
1.2 实验教学的重要性	2
1.3 实验教学的目的是任务	4
1.4 光电信息科学与技术实验的特点	5
1.5 光电信息科学与技术实验的教学要求	5
第 2 章 工具软件在实验数据处理中的应用	8
2.1 传统的数据处理方法	8
2.1.1 列表法	8
2.1.2 作图法	10
2.1.3 逐差法	12
2.1.4 最小二乘法	13
2.2 Excel 在实验数据处理中的应用	14
2.2.1 用 Excel 绘制表格与记录数据	14
2.2.2 用 Excel 处理简单的实验数据并作图	14
2.2.3 用 Excel 进行线性回归分析	16
2.3 Origin 软件在实验数据处理中的应用	17
2.3.1 Origin 软件的基本功能	17
2.3.2 Origin 软件处理数据的一般步骤	18
2.3.3 Origin 软件在实验数据处理中的应用举例	19
2.4 MATLAB 软件在实验数据处理中的应用	24
2.4.1 MATLAB 软件的特点	24
2.4.2 MATLAB 在实验数据处理中常用的几个函数	25
2.4.3 MATLAB 软件在实验数据处理中的应用举例	25
2.5 Maple 软件在实验数据处理中的应用	31
2.5.1 Maple 的结构	31
2.5.2 Maple 的输入输出方式	31
2.5.3 Maple 在处理直接测量数据时的操作	32
2.5.4 Maple 在处理间接测量数据时的操作	33
2.5.5 Maple 在线性回归与作图中的操作	34
2.5.6 Maple 在实验数据处理中的应用举例	34
2.6 小结	37

第 3 章 光电信息科学与技术实验基础知识	39
3.1 光电信息科学与技术实验的基本操作	39
3.1.1 零位调整	39
3.1.2 水平调整	40
3.1.3 视差消除	40
3.1.4 共轴调整	41
3.1.5 角度高度协调法	42
3.1.6 先定性、后定量原则	42
3.2 常用的光学元件与组合	43
3.2.1 基本光学元件	43
3.2.2 光学元件组合	48
3.3 常用的机械部件	56
3.3.1 光学平台	56
3.3.2 光学调整架	59
3.4 光电信息科学与技术实验中的常用光源	64
3.4.1 热辐射光源	64
3.4.2 气体放电光源	65
3.4.3 发光二极管	67
3.4.4 激光器	69
3.5 常用光电探测器	73
3.5.1 光电池	73
3.5.2 光电二极管	74
3.5.3 光敏电阻	76
3.6 光学仪器的操作规范与常见问题处理	79
3.6.1 操作规范	79
3.6.2 常见问题与处理方法	79
3.7 光学元件的清洁	80
3.7.1 防范措施	80
3.7.2 清洁程序	81
第 4 章 基础光电实验	83
4.1 薄透镜焦距的测量	83
4.2 透镜组基点的测定	89
4.3 杨氏双缝干涉	95
4.4 验证马吕斯定律	100
4.5 基于双棱镜干涉的光波波长测定	102
4.6 基于劳埃德镜的微薄物体厚度测量	106
4.7 电子元件的伏安特性测量	109
4.8 PN 结正向压降与温度关系研究	115
4.9 等厚干涉及其应用	120
4.10 霍尔效应及其应用	125
4.11 低值电阻的阻值测量	132
4.12 RC 串联电路的暂态过程	138
4.13 基于夫琅禾费衍射的实验测量	141

4.14	干涉法测定空气折射率	149
4.15	数字示波器的使用	155
4.16	自组望远镜	161
4.17	自组投影仪	166
4.18	液晶电光效应	169
4.19	分光计的调节和使用	176
4.20	硅光电池及其特性	183
4.21	光栅衍射	189
4.22	像差系列实验	194
4.23	光学显微镜的组装及放大率的测量	203
4.24	景深及其影响参数的测量	209
第 5 章	光电信息技术实验	213
5.1	精密位移量的激光干涉测量方法	213
5.2	He-Ne 激光器谐振腔的调整	217
5.3	磁致旋光实验	225
5.4	晶体的电光效应与电光调制实验	230
5.5	全息照相实验	237
5.6	光纤光学与半导体激光器电光特性实验	243
5.7	音频信号的光纤传输实验	250
5.8	阿贝成像和 θ 调制实验	256
5.9	光纤信息技术系列实验	261
5.9.1	光纤光学基本知识演示实验	262
5.9.2	光纤与光源耦合方法实验	263
5.9.3	多模光纤数值孔径及参数测量实验	266
5.9.4	光纤传输损耗特性及参数测量实验	267
5.9.5	光纤分束器特性及参数测量实验	270
5.9.6	可调光衰减器特性及参数测量实验	280
5.9.7	光纤隔离器特性及参数测量实验	281
5.9.8	Mach-Zehnder 光纤干涉与温度及压力传感实验	284
5.10	半导体激光端面泵浦固体激光实验	288
5.11	太阳能电池特性研究实验	302
5.12	光的偏振性实验	306
5.13	组合式多功能光栅光谱仪实验	315
5.14	CCD 光谱仪的波长定标与滤光片透过率测量实验	320
5.15	基于迈克耳逊和法布里-珀罗两种干涉仪的系列实验	327
5.16	基于衍射光强自动记录仪的系列实验	338
5.17	振动及压电陶瓷特性实验	348
5.18	微波光学综合实验	351
5.18.1	认识微波分光仪	352
5.18.2	微波的反射实验	353
5.18.3	驻波法测量微波的波长	355
5.18.4	用微波测量聚乙烯的折射率实验	356
5.18.5	微波的偏振性测量实验	357

5.18.6	微波的双缝干涉实验·····	359
5.18.7	用劳埃德镜测量微波波长实验·····	360
5.18.8	基于法布里-珀罗干涉的微波波长测量实验·····	362
5.18.9	基于迈克尔逊干涉的微波波长测量实验·····	363
5.18.10	微波的纤维光学实验·····	365
5.18.11	微波反射中布儒斯特角的测量实验·····	366
5.18.12	微波的布喇格衍射实验·····	367
参考文献 ·····		371

随着我国社会主义市场经济的迅速发展,高等教育受到越来越多的来自市场的检验。大学毕业生在全面接受技术人才市场检验的过程中,反映出现行教育模式的种种弊端,如学生高分低能、动手能力差、创新能力差、社会适应能力差等,都极大削弱了大学生在就业市场的竞争力。这种情况的出现,在一定程度上与实验、实践教学的薄弱甚至缺失有直接关系,因此,重新认识实验教学的地位和作用显得尤为重要。可喜的是,实验教学作为高等教育的一个重要组成部分,其在高等教育中的地位和作用已得到越来越多的认可和重视。

1.1 实验教学的含义

实践是人有目的地认识世界和改造世界的客观活动,构成了人和人类社会的存在方式,是人的本质力量的确证和显现,也是主体和客体之间能动而现实的双向对象化过程。人类或个体认识的发生,正是实践过程中主体与客体相互作用的结果。人们通过实践,获得直接经验,也正是通过实践,人类才积累了大量的认识成果,而教学则是一种传承前人积累的经验 and 认识成果的间接的认知过程。过去,由于强调学习的间接性从而认为学习过程只需要读书、照背、全盘接收且不再需要实验,于是,就有了满堂灌、读死书、死读书,只能应试、不会应用的现象。

事实上,人不能自发或天生地产生知识,也不能消极地接收外界注入的知识。若无任何直接经验,学生既没有学习的兴趣和动力,也不可能理解和掌握间接经验,更谈不上发明和创新。这是因为人的认识活动本质上是认识主体在实验活动基础上对客体的能动反映,实验在认识过程中起决定作用。实验是发展主体能力的基本途径,只有在人与外界相互作用的实验过程中才能生成对事物的认识,推动人类的发展。

实验教学正是根据认识的本质和规律、实验的特点和作用以及教学的目的和要求而开展的教学内容。实验教学有狭义与广义之分。狭义的实验教学,是教学中的一个特定环节,围绕某一专题,利用一定的手段而组织的教学活动,最典型的就在实验室内完成一个实验项目。广义的实验教学,应该贯穿于整个教学过程,由教学主体参与,为传承知识、发展能力、探索创新而开展的有助于对知识理解的所有实践活动,也就是我们通常所说的实验,即按照实验活动特性规律组织的教学活动都是实验教学,如实验、模拟、仿真、观摩、参观等。

1.2 实验教学的重要性

实验教学中需要完成操作机器、调试仪表、观察现象、处理数据、书写报告等一系列环节,这些环节有利于开发智力、训练操作技能、培养独立工作能力;而且,整个实验过程贯穿着认真、精确、细致和尊重客观事实的严格要求,能有效地培养严肃认真、一丝不苟、实事求是的科学作风。因此,实验教学在育人方面有独特的作用。

1. 实验教学是传承知识的重要组成部分

传承知识、传递文化是学校教学的基本任务。正由于学校教育的产生,知识获取的途径更多地从直接经验、具体经验转向间接经验、抽象经验。由于学校教育的特殊性,传统的教学体系和教学模式长期过于强调学习的间接性和简洁性,教学普遍遵循着从概念到概念的逻辑推演过程。课堂教学法甚至不对假设、信念和悖论提出疑问,相反,始于自明或给定的真理,然后通过线性联系的方式,进一步对那些已经得以确定和重视的原理予以强化、证实和灌输。

现成的知识生硬地灌输到学生的头脑中,对于学生来说,知识被作为真理加以接受,而将此认为正是教育的特殊性所在。因此,我们的教育过于强调知识传授,有夸大应试的作用,把考试和考分作为检测教学水平的唯一方式。教学方法必然就是满堂灌、死记硬背、囫圇吞枣。这种注入式教学,使学生难以消理解抽象的理性知识,只能是上课记笔记、考前背笔记、考完全忘记。知识没有内化,知识的传承也只能是依葫芦画瓢。这种教学方式只能培养出以适应、顺从为特征的被动生存的人,思想日趋封闭、僵化、守旧。

实际上,没有一定的直接经验为基础就无法接受间接经验。例如,一个人如果没有任何直接感知温度的经验,他就无法理解上千度的高温和绝对零度的意义,就无法形成任何与温度有关的概念。因为,理性认识是对感性认识的抽象和概括,感性认识是理性认识的基础,感性认识生动、直观、形象,有助于理性认识的理解和把握。所以,很有必要让学生依据教学进程参与各种实验活动,结合教学内容去取得一定的直接经验,以弥补个人直接经验之不足,进一步克服接受间接经验的困难和局限性。

实验教学不再单纯地依靠传授理论知识的方式来促使学习者认识的发生,不再要求学生被动接受别人的理论,而是在教学过程中把实验经验与理性知识、直接经验与间接经验有机结合起来。通过设置适宜的实验教学,使学生通过实验过程以及和师生之间的交流主动获取知识,促使学生的认知功能和情感功能都充分得到发挥,在获得直接经验的过程中发现问题、产生兴趣和动机。而在探求“为什么”的道路上,首先要消理解前人积累的知识,进而运用人的“前理解”并结合自己的新感知和新思维来实现对研究对象的再理解与再创造。在新的实验体验与理性思维的结合过程中,完成知识的内化,不断建构起自己的知识体系。同时,也使知识的传承不再是照本宣科,而是使其不断出新、补充、丰富和发展。

2. 实验教学是实施主体性原则的前提和基础

随着认识论研究的深入和现代教学观念的流行,注重教学中的主体性原则、激发学生的主体意识、调动学生的积极性并鼓励学生主动参与教学越来越成为人们的共识。然而如何正确实施主体性原则与人们对主体性的理解有直接的关系。

英国哲学家培根在唯物主义的基础上强调人的主体性和能动作用,但这种唯物主义在

随后的发展中却遭到了片面的认识,即过度强调自然对人的制约性而忽视了人的主体性。与此相反,唯心主义主张发展人的主体性,但却抽象地、唯心地发展了这一原则,他们在强调主体及其作用的时候,将主体等同于某种内在的主观精神或外在的客观精神,受这种哲学思想影响的教学方式,重理性、轻经验,培养出来的学生要么唯书、唯圣、唯理论,迷信盲从,容易犯本本主义、教条主义的错误;要么唯我、唯心,不切实际,纸上谈兵,容易犯主观主义的错误。以实验为基础的主体性原则,既克服了旧唯物主义忽视主体性的缺陷,又克服了唯心主义否认客观基础上的主体性原则的错误。将以实验为基础的主体性原则贯彻于认识论,便是特别重视人的实验活动在认识过程中的作用。只有通过实验,才能真正确立人的主体地位,发挥人的主体作用,实现对客体的能动反映。

3. 实验教学可以建构学生在学习过程中的主体性地位

实验教学既是主客体之间的相互作用过程,又是一种主体间双向互动的过程。教学中的主体间关系,不仅仅是一对多的单向师生关系,而且是呈网络状的师生间、学生间的多极主体关系,这使得学生的主体地位得以确立,不再是教学中被动的一方,而有了积极主动参与教学的机会。通过创设条件,鼓励学生直接参与教学活动,亲自做与思、论与辩,观察、发现、研究、探索,充分调动学生学习的积极性、主动性、自觉性,使教学不再是一个学生被动接受知识的过程,而是一个学生主动求索、探究、创造的过程。将学生置于掌握知识、发展能力、传承创新的主要承担者地位,可以使他们在观念上逐渐树立起主体意识,学会自强奋斗、自觉学习、自立创造、自我约束、自主发展,成为真正的认识主体和实验主体。通过主体与客体的接触、相互作用及主体间的合作、交流、互动,学生不断掌握知识、提高能力。这样培养出来的学生不再是以适应、顺从为特征的被动生存的人,而是能独立思考、自主选择、追求真理、实事求是、勇于创新的主动生存的人。

4. 实验教学是创新教育的重要途径

促进人的全面发展,是教育发展的根本目标。培养学生的创新精神、创造能力,提高学生的综合素质则是时代发展提出的迫切要求。传统教育比较偏重于把教育的目的或功能定位在传授知识与技能,满足社会对人才的需求等方面;而创新教育则把重心转移到人的发展上,追求人的潜力和创造力的最大开发。要实现创新教育的目的,必须强化实验教学的基础地位和作用。

实验教学活动不仅能使学生理解和接受已有的知识和理论,同时还会发现新的现象和问题,是一种接触实际的开放性活动,可以使教学不仅基于已有的知识和理论,更植根于生生不息的社会实践,使知识体系由封闭走向开放。在实验开展过程中,可以使学生不断接触新变化、新现象、新事物,当理论与实际不一致的时候,往往就有新发现,可以引起学生对已有知识和理论的怀疑或否定,完成对前人理论的修正、补充和发展,进而有所发现、有所发明、有所创造。同时在这一过程中培养创新精神、锻炼创新能力、掌握创新方法。因此,实验在本质上是一种不断超越人的自然性和给定性的活动,其目标与过程都在于推动人的发展。

5. 实验教学是教育创新的重要举措

无思考的活动、无定向的探求、无计划的实验,不仅不能掌握基础知识,也不能促进学生智力的良好发展和能力的形成,更不能培养严密的思维品质和踏实的工作作风。强化实验教学的地位和作用,要求教学体系、教学模式、教学方法的全面改革和创新,应彻底改变传统

教育模式下实验教学处于从属地位、附加地位甚至可有可无的状况；要更新实验教学内容、创新实验教学方法、运用现代教育技术提升实验教学质量；要增加投入、增添学时、增设项目，重新设计和编排课程设置、评价标准、训练程序，探索实验教学的途径和方式，构建科学合理的实验教学体系，使其成为贯彻教育始终的、与理论教学相互渗透的、相辅相成的有机组成部分；要统筹规划、总体设计、精心安排与教学内容密切相关的实验教学计划，彻底改变实验教学与教学内容游离的状况，不能把实验教学等同于简单的体力劳动，搞形式主义或敷衍应付走过场。

实验教学既要考虑教学内容、课程进度，又要依据学生的心理特征和知识结构，有步骤、分阶段地设计出与学生能力相适应的、循序渐进的规划和方案。通过不同层级的实验教学，实现“做中学”、“做中思”、“做中研”的目的。开展应用和创造教育，尤其是通过提高综合性、设计性实验，以及科研性专题实验，引导学生在实验中发现新问题，对已有理论进行反思、质疑、批判、超越，进而发明创造。

总之，通过系统的实验教学，以不断提升的方式，可以培养学生的实验能力、综合素质、创新精神，从而完善自身人格，促进学生全面发展。

1.3 实验教学的目的是任务

光学实验和光电信息技术实验是光电信息科学与工程专业学生的必修课，部分实验项目是物理学、应用物理学及光电信息科学与工程相关专业学生的必修实验项目。学生要在大学物理实验教学和训练的基础上，通过对光学及光信息技术实验的开展，进一步提升实验动手能力，加深对光学及光电信息技术有关理论的理解，进一步掌握开展实验操作的能力，解决实验中出现的各种问题，提高创新思维能力，为日后的工作打好基础。基于此，光电信息科学与技术实验教学的任务在于：

(1) 培养学生通过阅读实验教材或参考资料，正确理解实验内容，以及做好实验前准备工作的能力。

(2) 培养学生阅读仪器使用说明书，正确使用实验仪器的良好习惯。

(3) 培养学生根据实验要求或要解决的问题，独立搭建实验装置的能力。

(4) 培养学生根据搭建好的实验装置独立开展实验，积极观察实验现象，正确记录实验数据能力。

(5) 培养学生通过对实验现象的观察、测量和分析，学习光学与光信息技术的基本知识、基本方法，掌握开展实验研究的能力。

(6) 培养学生应用光电信息科学与技术的理论知识，对实验对象进行初步分析判断，加深对实验原理的理解的能力。

(7) 培养学生正确处理实验数据，绘制实验图表，评价实验结果，撰写实验报告的能力。

(8) 培养并提高学生的科学实验素养。

(9) 培养学生实事求是的科学作风、严肃认真的工作态度和良好的团队合作意识。

(10) 培养学生爱护公共财物的优良品德。

1.4 光电信息科学与技术实验的特点

要顺利实现光电信息科学与技术实验的教学目的,除了了解这类实验与大学物理实验的共性外,还必须特别注意光电信息科学与技术实验的特殊性。

光电信息科学与技术实验的第一个特点是仪器的调节。光电信息科学与技术实验仪器的调节是实验成败的关键,关系到实验能否顺利进行,实验的测量结果是否可靠。之所以如此,是因为在研究或观测某一光学现象,如研究光的干涉现象时,首先必须调节仪器或装置的各个部件,使一切有用的光线按照预定的路径和方向进行传播,并遮挡掉一切无用的光线,以形成光的干涉现象。在要求测量某些物理量,如测量波长、焦距以及折射率等光学参量时,由于这些物理量一般都是通过测量长度或角度等几何量来实现的,因此要进一步调节仪器,使要测量的各个几何量与仪器系统的机械结构相一致,只有这样,才能保证从仪器中读取的数值就是所要测量的各光学参量的数值,从而保证实验结果的可靠性。

光电信息科学与技术实验的第二个特点是实验的精密性。例如,在进行与光的波动性有关的实验时,许多现象都与光波的波长 λ 密切相关,如迈克尔逊干涉仪测量未知光波的波长实验,长度变化 $\lambda/2$ 则可移动一个干涉条纹,那么,长度有 10^{-4} mm甚至更小的变化就可觉察出来。因此,开展此类实验的光学仪器,其机械结构也必须适应这一精密性的要求。在进行这些精密测量的实验时,除了要求细心观察外,还必须特别注意精密光学仪器的操作规程,否则,不仅得不到预期的实验结果,还会损坏实验仪器,对实验室造成损失。

1.5 光电信息科学与技术实验的教学要求

“没有规矩,不成方圆。”为了保障实验教学的顺利开展、培养学生良好的实验习惯、使实验顺利进行,必须制定相应的实验教学要求。

1. 对教师的要求

实验技术人员和实验教师是实验教学的主体,教师的知识水平和工作态度是影响实验教学工作开展的重要因素之一。作为实验教学的主体,实验教师要正确认识实验,熟练地掌握实验技能,充分利用实验资源,发挥实验教学在增强学生认知能力方面的作用。

教师在实验中要注意激发学生对实验的兴趣,让学生掌握知识点的同时掌握实验技能,培养学生观察、动手能力,通过实验培养学生的创新思维能力、分析理解能力、总结归纳能力、合作交流能力等。为此,教师要不断提升自身水平与技能素养,完善实验教学过程,提高实验的有效性。

另外,教师要向学生强调遵守实验室守则和实验规则的重要性,使学生明白并自觉遵守,保证实验室卫生环境,并要求学生不到下课时间就不准擅自离开实验室。总之,要求学生养成有组织、有纪律的实验习惯和良好作风。

2. 对学生的要求

一个完整的实验教学过程,不仅仅是实验开展过程的有限时间,还应该包括实验开始前的准备工作,实验进行时的操作和实验结束后的报告撰写三个部分。为了达到实验教学的目的,必须从实验教学的三个重要环节对学生提出相应要求。