

卓越工程师教育培养计划配套教材

工程基础系列



大学物理实验教程

吴建宝 张朝民 刘烈 陈惠敏 尚荣 等 编

清华大学出版社

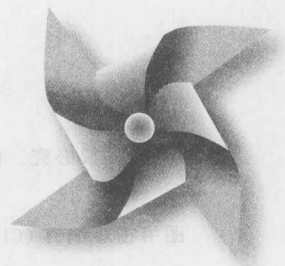
014006669

04-33
619

内容简介

卓越工程师教育培养计划配套教材

工程基础系列



大学物理实验教程

吴建宝 张朝民 刘烈 陈惠敏 尚荣 等 编



北航

C1690105

清华大学出版社
北京

04-33
619

038800410

内 容 简 介

本书以全国工科物理课程指导委员会制定的《高等工业学校物理实验基本要求》为原则,依据《“卓越工程师培养计划”通用标准》和卓越工程师试点专业的实施方案,并结合上海工程技术大学历年来的教学改革和教学经验编写而成。在内容的选取上注重学生工程能力和创新能力培养,减少了验证性实验的项目,增加了设计性、创新性实验的内容,侧重学生创新实践能力的培养。

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

大学物理实验教程 / 吴建宝等编. --北京:清华大学出版社, 2013

卓越工程师教育培养计划配套教材. 工程基础系列

ISBN 978-7-302-32332-7

I. ①大… II. ①吴… III. ①物理学—实验—高等学校—教材 IV. ①O4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 092435 号

责任编辑:庄红权 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:王淑云

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

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22

字 数:526 千字

版 次:2013 年 11 月第 1 版

印 次:2013 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:42.00 元

产品编号:048889-01

卓越工程师教育培养计划配套教材

总编委会名单

主 任：丁晓东 汪 泓

副主任：陈力华 鲁嘉华

委 员：(按姓氏笔画为序)

丁兴国 王岩松 王裕明 叶永青 刘晓民

匡江红 余 粟 吴训成 张子厚 张莉萍

李 毅 陆肖元 陈因达 徐宝钢 徐新成

徐滕岗 程武山 谢东来 魏 建

卓越工程师教育培养计划配套教材

——工程基础系列编委会名单

主 任：徐新成 程武山

副主任：张子厚 刘晓民 余 粟

委 员：（按姓氏笔画为序）

王明衍 刘立厚 朱建军 汤 彬 吴建宝

张学山 张敏良 张朝民 李 路 陈建兵

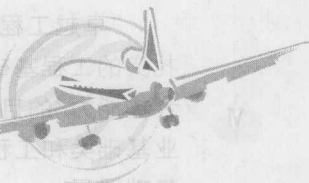
林海鸥 范晓兰 胡义刚 胡浩民 唐觉民

徐红霞 徐滕岗



PREFACE

序言



《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》明确指出“提高人才培养质量。牢固确立人才培养在高校工作中的中心地位,着力培养信念执著、品德优良、知识丰富、本领过硬的高素质专门人才和拔尖创新人才。……支持学生参与科学研究,强化实践环节。……创立高校与科研院所、行业、企业联合培养人才的新机制。全面实施‘高等学校本科教学质量与教学改革工程’。”教育部“卓越工程师教育培养计划”(简称“卓越计划”)是为贯彻落实党的“十七大”提出的走中国特色新型工业化道路、建设创新型国家、建设人力资源强国等战略部署,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》实施的高等教育重大计划。“卓越计划”对高等教育面向社会需求培养人才,调整人才培养结构,提高人才培养质量,推动教育教学改革,增强毕业生就业能力具有十分重要的示范和引导作用。

上海工程技术大学是一所具有鲜明办学特色的地方工科大学。长期以来,学校始终坚持培养应用型创新人才的办学定位,以现代产业发展对人才需求为导向,努力打造培养优秀工程师的摇篮。学校构建了以产学研战略联盟为平台,学科链、专业链对接产业链的办学模式,实施产学合作教育人才培养模式,造就了“产学合作、工学交替”的真实育人环境,培养有较强分析问题和解决问题能力,具有国际视野、创新意识和奉献精神的高素质应用型人才。

上海工程技术大学与上海汽车集团公司、上海航空公司、东方航空公司、上海地铁运营有限公司等大型企业集团联合创建了“汽车工程学院”、“航空运输学院”、“城市轨道交通学院”、“飞行学院”,校企联合成立了校务委员会和院务委员会,企业全过程参与学校相关专业的人才培养方案、课程体系和实践教学体系的建设,学校与企业实现了零距离的对接。产学合作教育使学生每年都能够到企业“顶岗工作”,学生对企业生产第一线有了深刻的了解,学生的实践能力和社会适应能力不断增强。这一系列举措都为“卓越工程师教育培养计划”的实施打下了坚实基础。

自2010年教育部“卓越工程师教育培养计划”实施以来,上海工程技术大学先后获批了第一批和第二批5个专业8个方向的试点专业。为此,学校组成了由企业领导、业务主管与学院主要领导组成的试点专业指导委员会,根据各专业工程实践能力形成的不同阶段的特点,围绕课内、课外培养和学校、企业培养两条互相交叉、互为支撑的培养主线,校企双方共同优化了试点专业的人才培养方案。试点专业指导委员会聘请了部分企业高级工程师、技术骨干和高层管理人员担任试点专业的教学工作,参与课程建设、教材建设、实验教学建设等教学改革工作。



“卓越工程师教育培养计划配套教材——工程基础系列”是根据培养卓越工程师“具备扎实的工程基础理论、比较系统的专业知识、较强的工程实践能力、良好的工程素质和团队合作能力”的目标进行编写的。本系列教材由公共基础类、计算机应用基础类、机械工程专业基础类和工程能力训练类组成,共 21 册,涵盖了“卓越计划”各试点专业公共基础及专业基础课程。

该系列教材以理论和实践相结合作为编写的理念和原则,具有基础性、系统性、应用性等特点。在借鉴国内外相关文献资料的基础上,加强基础理论,对基本概念、基础知识和基本技能进行清晰阐述,同时对实践训练和能力培养方面作了积极的探索,以满足卓越工程师各试点专业的教学目标和要求。如《高等数学》适当融入“卓越工程师教育培养计划”相关专业(车辆工程、飞行技术)的背景知识并进行应用案例的介绍。《大学物理学》注意处理物理理论的学习和技术应用介绍之间的关系,根据交通(车辆和飞行)专业特点,增加了流体力学简介等,设置了物理工程的实际应用案例。《C 语言程序设计》以编程应用为驱动,重点训练学生的编程思想,提高学生的编程能力,鼓励学生利用所学知识解决工程和专业问题。《现代工程图学》等 7 本机械工程专业基础类教材在介绍基础理论和知识的同时紧密结合各专业内容,开拓学生视野,提高学生实际应用能力。《现代制造技术实训习题集》是针对现代化制造加工技术——数控车床、数控铣床、数控雕刻、电火花线切割、现代测量等技术进行编写。该系列教材强调理论联系实际,体现“面向工业界、面向世界、面向未来”的工程教育理念,努力实践上海工程技术大学建设现代化特色大学的办学思想和特色。

这种把传统理论教学与行业实践相结合的教学理念和模式对培养学生的创新思维,增强学生的实践能力和就业能力会产生积极的影响。以实施卓越计划为突破口,一定能促进工程教育改革和创新,全面提高工程教育人才培养质量,对我国从工程教育大国走向工程教育强国起到积极的作用。

陈关龙

上海交通大学机械与动力工程学院教授、博士生导师、副院长
教育部高等学校机械设计制造及自动化教学指导委员会副主任
中国机械工业教育协会机械工程及自动化教学委员会副主任

FOREWORD

前言



本书以全国工科物理课程指导委员会制定的《高等工业学校物理实验基本要求》为原则,依据《“卓越工程师培养计划”通用标准》和卓越工程师试点专业的实施方案,并结合上海工程技术大学历年来的教学改革和教学经验编写而成。

物理实验作为一门独立的必修基础课程,对培养学生的科学实验能力、提高学生科学实验素质起着重要的作用。为此,本课程写入了必要的实验基础理论部分,包括“测量与误差”、“基本实验方法与技术”和“实验的类型”等内容,旨在使学生通过理论部分的学习,能够熟悉和掌握科学实验最基本的共性知识,从而有效地培养学生的科学实验能力。

本书的实验分为两部分,第一部分为基础实验。每个实验都安排了观察和测量的内容,实验者必须自觉地应用基本理论指导自己的实践活动,通过这些实验不但要从理论上掌握物理实验的知识、方法和技能,而且要在实验过程中积累实践经验,培养理论联系实际和动手实践能力。第二部分为设计性实验,它需要综合应用理论和实践经验。教程对各设计性实验均做了详细的介绍,并在实验中指出了常规实验内容之外学生能够进行拓展和设计创新的切入点。设计性实验的开设目的是培养学生独立分析问题、解决问题的能力,培养学生的创新能力。

本书是在《大学物理实验基础教程》的基础上编写的。《大学物理实验基础教程》于1998年第一次正式出版,总结了我们多年来的教学改革和实践经验,其间经过了多次的修订和完善,获得1999年上海市高等学校优秀教材二等奖,它凝聚了姚世亨、刘文光、江丕农等十余位老师的智慧与劳动成果;2001年由张光忠、刘烈、尚荣等六位教师修改编写,2007年又由刘烈、陈惠敏、尚荣等九位教师进行了修订。

本次教程的出版,在部分保留原《大学物理实验基础教程》体系、风格、特色的同时,重点增添了对每个设计性实验项目的详细介绍,调整了实验基础理论的个别章节,增加了工程实践中动态测试数据的介绍及误差处理及评定。主要编写者有吴建宝、张朝民、刘烈、陈惠敏、尚荣、王珊、王明霞、林琦、平云霞、朱鹏飞、孙晓慧、陈余行。

实验教学是一项集体的事业,本书是物理实验室全体教师和实验技术人员集体智慧的结晶,在此我们向曾参加本教程编写和修改讨论的姚世亨、周怡之、周有余和戴纪华致谢,向曾对数据处理提出宝贵建议的段承后教授致谢。

此外,还要感谢曾经参加优良等级答辩的学生们。十多年来,他们发挥了自己的聪明才智,撰写了几百篇答辩材料,从各方面分析和讨论了实验中的问题,大大丰富了实验教学内容。



容。他们对课程的目的、内容和教学提出了许多切身的体会和想法,这正是促进我们努力工作的源泉。最后我们还要感谢曾经对我们的教学改革、教材编写提出宝贵意见和对我们的工作给予热情支持的兄弟院校的同行们。

由于编者水平有限和现代实验技术的迅速发展,本文存在不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作者

2013年3月

于上海工程技术大学

CONTENTS

目录



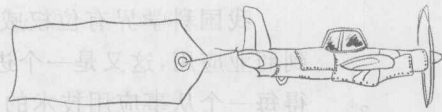
绪论	1
实验理论部分	5
第1章 测量与误差	5
1.1 物理实验中的测量	5
1.2 物理实验中的误差	10
1.3 物理实验中的数据处理	15
1.4 工程数据处理及误差处理原则	28
习题	35
第2章 观察与分析	39
2.1 观察是实验的基础	39
2.2 观察的方法和技巧	41
2.3 实验的分析	44
第3章 实验类型	48
3.1 物理实验的基本类型	48
3.2 科学实验的几个主要过程	58
基础性实验部分	64
实验一 基本物理量的测量仪器	64
实验二 电气元件的伏安特性曲线	73
实验三 惠斯登电桥测电阻	79
实验四 分光仪的调整和三棱镜顶角的测量	86
实验五 衍射光栅	93
实验六 霍尔元件测量磁场	99
实验七 静电场描绘	105
实验八 用示波器观测交流信号的波形、电压和频率	109
实验九 交流电路中电压与电流相位关系的研究	118



实验十 弹性模量的测定	122
实验十一 电位差计及其应用	128
实验十二 声速的测定	134
设计性实验部分(力学)	143
力学一 耦合摆的研究	143
力学二 受迫振动	145
力学三 多普勒效应综合实验	150
力学四 利用旋转液体测定重力加速度及焦距	152
力学五 空气密度与气体普适常数的测定	154
设计性实验部分(热学)	159
热学一 稳态法测量不良导体的导热系数	159
热学二 液体比汽化热的测量	162
热学三 高温水蒸汽压的测量	165
热学四 热效应实验	167
热学五 固体线胀系数测定	177
热学六 空气比热容比的测定	180
设计性实验部分(光学)	183
光学一 双光束干涉法测定钠光的波长	183
光学二 激光干涉测量平板玻璃的楔角	190
光学三 光电效应	193
光学四 用旋光仪测旋光性溶液的旋光率和浓度	195
光学五 迈克耳孙干涉仪	199
光学六 电光效应	202
光学七 用临界角法测量棱镜的折射率	205
光学八 可见光区的氢原子光谱	208
光学九 利用布儒斯特定律测量玻璃的折射率	210
光学十 棱镜色散关系的研究	212
光学十一 超声光栅测量声速	216
设计性实验部分(电学)	219
电学一 RC 串联电路的稳态过程研究	219
电学二 RC 串联电路的暂态过程研究	221
电学三 RLC 串联电路暂态过程的研究	224
电学四 方波的傅里叶分解与合成	228
电学五 半导体 PN 结的物理特性及弱电流测量	234
电学六 欧姆表的设计和组装	239



电学七 灵敏电流计的研究·····	242
电学八 温差电现象的研究·····	245
电学九 蔡氏非线性电路的混沌研究·····	247
电学十 电子束的电偏转研究·····	250
电学十一 电子衍射实验·····	253
设计性实验部分(传感器)·····	257
传感器一 STM 实验 ·····	257
传感器二 热辐射的研究·····	263
传感器三 计算机控制弦音计实验·····	265
传感器四 地球磁场的测定·····	268
传感器五 传感器光学综合实验·····	271
传感器六 传感器力学综合实验·····	275
设计性实验部分(磁学)·····	279
磁学一 电子顺磁共振·····	279
磁学二 脉冲核磁共振·····	281
磁学三 巨磁阻效应·····	287
磁学四 磁阻效应·····	290
磁学五 铁磁材料居里温度的测定·····	291
磁学六 弯曲法测杨氏模量及霍尔位置传感器的定标·····	295
磁学七 观测变压器矽钢片的动态磁滞回线·····	299
附录 常用数据处理性方法及仪器介绍·····	303
附录一 中华人民共和国法定计量单位·····	303
附录二 国际计量局《实验不确定度的规定: 建议书 INC-1(1980)》·····	305
附录三 不确定度的简化处理方法·····	306
附录四 数据测量中异常值的检验·····	308
附录五 数据处理规则要点·····	309
附录六 常用实验仪器介绍·····	311
参考文献·····	336



绪 论

在物理学的发展历史上,16 世纪意大利物理学家伽利略是第一个给科学引入近代方法的人。他用实验和批判性的考察去看待理论的适应性,并提炼出自然规律;由于他对实验的强调,使物理学发生了革命性的变化。其后,牛顿进一步丰富了近代科学方法原理,即应用数学语言将理论和实验结合起来去发现定量的原理和规律,用一个原理说明许多现象,预言新的现象并用实验加以检验。于是,用实验定量地探索自然并从中总结自然规律的科学方法从此生根于一切近代科学技术领域。

物理学的发展就是一个不断地从实验事实的发现和检验中由一个认识高度走向另一个更高的认识高度的过程。在此过程中,理论和实验相互巧妙地推动着物理学在新学说和新事实之间不断地曲折前进。有时实验走在了理论的前面,给理论提出了新问题;有时理论又走在了实验的前面,给实验提出了新课题;有时它们又齐驱并驾,相互以其独特的方式推动着物理学向前发展,构成了一部完整的物理学。所以,物理学集中地体现着实验和理论紧密相连的关系,它是应用科学认识论和方法论探索自然问题,包括解决工程技术问题的典型代表。本教程就是以物理实验的知识、方法和技能为基点,阐述近代科学技术中实验的一般方法特点,并通过实验者自身的实践来体会和熟悉这些特点。

1. 科学实验的地位和作用

由物理学创导的科学方法的基础之一是运用实验手段,即自然的规律要靠实验来发现,自然科学的理论要靠实验来验证,工程设计和生产实际的问题要靠实验来解决;实验——它是人们研究自然规律、改造客观世界的一种特殊的实践形式和手段。

实验之所以能有如此重要的地位和作用,是因为它与对自然现象的直接观察和生产过程的直接经验相比,有其特有的特点:首先,利用实验方法可以对各种自然条件进行精密的控制,排除外界因素的干扰,能有效地突出研究事物之间的一些重要关系;其次,它可以把复杂的自然现象或生产过程分解成若干单独的现象或过程进行个别的或综合的研究;第三,它可以对现象和过程进行精确的定量测量,以揭示现象和过程的关系;第四,它可以进行重复实验,或改变条件进行实验,便于对事物的各个方面作广泛的比较和分析等。正是由于它的这些优点,使其在人类认识和改造客观世界的“实践—理论—再实践”活动的历史长河中起着举足轻重的中间体作用。可以这样讲,现代科学技术的发展离开了实验就几乎寸步难行,而一个新的工业部门的兴起往往就开始于某个实验。



我国科学界有位权威人士曾说过这样一句话：“从理论到实验，这是一个进步，从实验到商业应用，这又是一个进步。中国的基本理论并不弱，只是实验和应用方面较弱。”此话值得每一个从事应用技术的人深思。

2. 物理实验的特点

物理学的基本组成部分是实验和理论，它们既紧密相连，又互为独立，在它们发展的道路上形成了各自的方法特点。物理实验的特点大致有以下几点。

(1) 实验是有目的的，它与理论有着千丝万缕的联系。当今的实验，包括应用性实验、验证性实验或探索性实验，几乎都是在已经确立的理论指导下进行的，所以，在做任何一项实验时，都应该将该课题的理论结论搞清楚。那种将实验只看作摆弄摆弄仪器、动动手的单纯实践观点是非常片面而有害的，实验乃是在理论思想指导下为达到某项目标而进行的物理实现，是手脑并用的复杂劳动。

(2) 实验要采用恰当的方法和手段，以使所要观测的物理现象或过程能够实现，并达到符合一定的定量测量的要求。虽然方法和手段会随着科学技术和工业的进步不断得到改进，但历史积累的方法仍是人类知识宝库中精华的一部分，有了积累才能有创新，因此从一开始就应十分重视实验方法的积累。

(3) 实验需要技能。它的内容十分广泛：仪器的选择、使用和保养，设备的装较、调整和操作，现象的观察、分析和测量，故障的检查、判断和排除……它有众多的原则和规律，但有时不一定成文，可以说它是知识、见解和经验的积累。唯有实践，才有可能获得这种技能。

(4) 实验需要一种语言，它要用数据来说明问题。实验做得好与差，两种方法测量同一物理量其结果是否一致，实验验证理论与否，这些都不能凭感觉，而必须用实验数据和实验误差的分析与估算来下断言。领悟并运用这种语言，才能真正置身于实验之中，亲身感受到成功的喜悦和失败的困惑。

概括地讲，实验集理论、方法、技能和数据处理于一个整体，它不但要实验者搞懂实验内容与实验方法的原理，而且还要实验者根据这些原理付之实现，最后还要从获得的数据结果中得出应有的结论，这些就是物理实验的特点。

3. 具体实验的基本程序

基于实验的特点，在做任何一个实验时，必须把握住下列三个重要环节。

1) 实验的准备，也称预习

第一，实验的目的是什么？即做这个实验最终要获得什么结果，是测定物理常数，还是要验证某个物理定律，还是要探索某种规律。认识实验的目的，才能紧紧地围绕这个中心去思考。

第二，实验根据是什么？它涉及实验课题的理论和实验方法的道理；必须搞清研究对象的含义，它与其他物理量之间的关系，最终还必须建立确定的测量关系式，并有方法对其进行测量。

第三，实验该如何做？在熟悉实验理论和方法之后，必须设想如何去做。这包括仪器装置的安置图（如电路图、光路图等）、调整的要求，哪些是直接测量，用什么方法和器具进行测量、测量的先后次序及数据记录表格准备等。



综上三点,实验预习应简要写出以下项目:

- (1) 实验目的;
- (2) 仪器设备;
- (3) 实验原理(电路图、光路图、测量关系);
- (4) 大致步骤;
- (5) 数据表格。

实验的准备工作至关重要,它决定着实验的成败和收获大小,所以实验前务必充分做好准备工作。

2) 实验进行

实验是依据确定的原理解决具体问题的舞台,实验者就是这场戏的导演,因此不要急着开演,而是先根据设想好的步骤彩排一下。看一看、想一想,自己是否已熟悉实验仪器和工具的用法,怎样做会更好些、更合理些;在确认一切正常无误后,再按确定的步骤一步步地走向实验的目的。

在实验工作进入正常状态时,特别要注意两点:

(1) 要做好完备而清晰的记录。如研究对象的编号,重要仪器的名称、型号和编号。测量数据要记入事先准备好的表格中,以免遗漏;切勿将数据随意记录在草稿纸上,这是不科学的方法,而且容易丢失。

(2) 要随时用所观察到的现象和测得的数据作为反馈信息来判断实验是否在正常进行。这是会不会做实验的重要标志之一。实验不是机械地完成一项测量读数工作,它是在完成实验的既定目标,所以为防止实验中可能出现的种种意想不到的差错和疏忽,需要随时检验自己工作的正确性,包括做一些必要的数据处理;在离开实验室后再发现实验有误,为时就已经晚了。

由上可见,实验是一项艰苦的劳动,不但要动手,而且还要不断思考、判断;实验者必须有条理地进行工作和具备严格而又谨慎的科学态度。

3) 实验的报告

实验报告是实验成果的文字报道,所以最起码应该做到字迹清楚、文理通顺、图表正确、数据完备和结论明确。报告应该给同行以清晰的思路、见解和新的启迪,这才算得上一份成功的报告。其内容一般应包括:

(1) 明确的实验目的。不要照抄每个实验中“目的要求”一栏的内容;要分清目的和要求两个部分;要求只是在实现目的过程中需要实验者掌握的具体内容,所以不能再以“要求”要求,换句话讲,就是实验者在书写报告的具体内容时要紧紧抓住这些要求来写,以显示自己达到要求的程度。

(2) 实验的仪器设备(名称、型号及编号)。

(3) 简明扼要的原理及测量关系式。其中应包括必要的原理图(如电路图、光路图、装置示意图等)。原理应该用自己的理解去写,不要一味地抄袭;原理必须写到实验目的能够实现为止。

(4) 实验步骤(各直接测量量的测量方法)。包括从原理与测量两方面对实验装置提出的调整要求与实现方法,乃至测量仪器的使用技巧(它不应只是具体操作步骤的描述,而应有个人体会和见解的阐述)等。

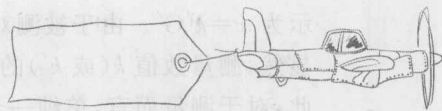


(5) 完整而清晰的原始数据记录表格和数据处理结果(包括实验图线)。在计算处理之后,必须以醒目的方式完整地表示出实验结果。

(6) 实验的结论和结果的评价(包括实验结果的精密度、正确度、一致性及对目的达到程度的文字性结论)。

(7) 观察、分析与思考。它不是简单地回答书中的问题,而应该写出实验者在实验中所看到的现象得到了怎样合理的解释,遇到的问题是怎样发现的,又是怎样解决的。在书写此部分内容时,重要的是要写出实验者的认识过程,而不只是结论性的语句。

报告无疑应该按自己的思路来写,特别受赞赏的是自身体会的经验之谈。



实验理论部分

第1章 测量与误差

实验是在理论思想指导下通过实验者自身的观测去探索一个真实的世界。由于实际条件错综复杂、变化多端,即使在实验室中已作了充分的控制,也难免不受各种因素的影响,所以观测永远不会在理想的条件下进行,测量也不可能是完全精确的。因此,实验除了要测得应有的数据外,还有一个共同的基本问题,即需要对测量结果的可靠性做出评价,也就是对测量结果的误差范围做出合理的估计。若将实验结果与理论预言或公认值比较,以便从中得出它们一致与否的结论时,该问题就尤为重要。为此,本章将介绍测量与误差的基本知识,它将使实验者能用误差分析的方法去估计实验误差的大小,并在必要时帮助实验者设法减小它们的影响。

1.1 物理实验中的测量

1.1.1 测量的定义及分类

1. 量、测量和单位

任何现象和实体都具有一定的形式,所有形式都要通过量来表征。也就是说,任何实体之所以能被觉察其存在,就因为它们具有一定的量。因而可以说量是现象和实体得以定性区别并定量确定的一种属性。物理实验就是将自然界的各种基本运动形态(力、热、电磁等)按人的意志在实验室中再现,然后研究现象和实体的各物理量之间的关系,确定它们的量值大小,找出它们之间的数量关系,从中获取规律性的认识,或验证理论,或发现规律,或作为实际运用的依据。而要得到这种量化的认识,测量就是必不可少的。可以这样讲:没有测量也就没有了科学。

所谓测量,就是人类对自然界中的现象和实体取得数量概念的一种认识过程。在这一过程中,人们借助专门的设备,通过一定的实验方法来得到未知量 x 的数值大小,其单位为设备上所采用的测量单位。简而言之,测量就是对一个量制定一个单位,然后用这个单位与被测对象比较,以确定被测对象的量值的大小。

若测量用的单位为 G ,经比较被测对象是该单位的 k 倍,则测量值 x 应表示为: $x = kG$ 。但若采用另一单位 G' 对同一对象进行测量,被测对象是该单位的 k' 倍,则测量值又可以表