

高等学校物理实验教学示范中心系列教材

普通物理实验 教程

◎主 编 郭松青 李文清

◎副主编 张小娟 郭艳蕊 周青军

高等教育出版社

高等学校物理实验教学示范中心系列教材

普通物理实验 教程

Putong Wuli Shiyan Jiaocheng

◎主 编 郭松青 李文清

◎副主编 张小娟 郭艳蕊 周青军

◎参 编 (按姓氏笔画)

王 娟 师一华 刘文泼 刘 冶

刘鸿鹏 齐雪莲 许 莹 严慧羽

李泽朋 杨 芳 陈逸飞 魏 通

内容简介

本书是在中国民航大学多年使用的讲义和与其他高校联合编写的“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《大学物理实验》的基础上,结合中国民航大学现有的仪器设备和多年的教学、教研、教改经验及成果编写而成的。本书共分“实验理论基础知识”“基础实验”“设计实验专题”三篇,13章,包含83个实验。其中“基础实验”篇包含49个实验,可作为必修和选修实验;“设计实验专题”篇包含34个实验,可作为实验室开放选题或选修实验。本书“基础实验”篇中的部分实验配有教学录像资料。

本书可供高等学校理工科各专业的学生作为物理实验教材使用,也可供其他读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

普通物理实验教程/郭松青,李文清主编.--北京:
高等教育出版社,2015.11

ISBN 978-7-04-043910-6

I. ①普… II. ①郭… ②李… III. ①普通物理学-
实验-高等学校-教材 IV. ①O4-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第224118号

策划编辑 缪可可
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 缪可可
责任校对 杨凤玲

封面设计 张申申
责任印制 尤静

版式设计 童丹

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 三河市华润印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 20.25
字 数 410千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2015年11月第1版
印 次 2015年11月第1次印刷
定 价 36.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 43910-00

普通物理实验教程

数字课程

郭松青 李文清 等

高等教育理工易课程网



与本书配套的数字课程资源发布在高等教育出版社易课程网站，请登录网站后开始课程学习。

1. 访问 <http://abook.hep.com.cn/12426213/>，点击“注册”。在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”界面。
2. 课程充值：登录后点击右上方“充值”图标，正确输入教材封底标签上的明码和密码，点击“确定”完成课程充值。
3. 在“我的课程”列表中选择已充值的数字课程，点击“进入课程”即可开始课程学习。

账号自登录之日起一年内有效，过期作废。使用明码和密码如有任何问题，请发邮件至：ecourse@hep.com.cn。



普通物理实验教程

郭松青 李文清 等

用户名

密码

验证码

8537

进入课程

注册

数字课程介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

重要通知

普通物理实验教程数字课程与纸质教材一体化设计，紧密配合。数字课程包括视频等资源，充分运用多种形式媒体资源，极大地丰富了知识的呈现形式，拓展了教材内容。在提升课程教学效果同时，为学生学习提供思维与探索的空间。

因系统升级，所有用户都需要先注册（不能用书后的明码暗码直接登录）。注册后的用户登录后，请先点击页面右上方“充值”，正确输入教材封底标签上的明码和密码完成课程选择。

注册 登录 充值

<http://abook.hep.com.cn/12426213/>

前言

本书是在我校多年使用的讲义和与其他高校联合编写的“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《大学物理实验》的基础上,结合我校现有的仪器设备和多年的教学、教研、教改经验及成果编写而成的。本书作为高等学校理工科各专业学生的物理实验教学用书,在编写过程中,我们始终秉承着以下理念,即以教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会编制的《大学物理实验课程教学基本要求》(2010年版)中对大学物理实验课程的教学要求为依据,以适应工程教育背景和实施大众教育为前提,以培养综合能力和创新意识、提高综合素质为目标,以适应时代要求和满足学生需求为根本。

本书在内容编排上依据先实验理论后实验内容的顺序。实验理论部分按照学生完成实验的顺序安排内容。实验内容部分将教学时数内开设的实验与课外实验室开放可开设的实验分开,分别设为基础实验与设计实验专题两篇。基础实验篇里又分力学和热学实验、光学实验、电磁学实验、近代物理与应用性实验,共四章。这些实验内容可作为必修内容与选修内容来安排,所需学时为30~60学时。设计实验专题篇以专题形式设置有气垫导轨上的实验、热学实验、光学测量实验、电磁学实验、传感器技术及应用、超声波应用,共六章。这六章内容可根据学生的具体需求和兴趣来安排课外学时,也可作为选修实验课程内容将学时安排在实验课程计划学时内。

本书是从事物理实验教学的教师们积极参与教学研究和教学改革成果,具体展示在实验内容安排的顺序上与传统的物理实验顺序有所不同,这是因为我们对传统的实验内容和教学安排作了较大的改革,这些改革是我们完成的天津市教委的重点教研项目的子课题和教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会的教研课题的成果。这些教研成果在教学上的应用使物理实验课程与物理理论课程的教学内容相协同,使得这两门课程的教学彼此相互促进、相互补充,形成一个良好的互助局面。实验课程不再是辅助理论教学的验证课,而是与理论课程教学密切相关的、补充理论课程教学不足、在人才培养中可以起到良好作用的、有价值的课程。本书可作为高等学校理工科各专业的教材或辅助教材,也可作为其他读者的阅读材料。

本书由郭松青、李文清担任主编,郭松青负责全书的整理和统稿工作。参与本书编写工作的老师有:绪论、第1、第2、第3、第9章由郭松青负责编写;第4、第13章、附录及参考文献由李文清、周青军负责编写;第5、第10章由张小娟、李泽朋负责编写;第6、第11章由郭艳蕊、陈逸飞、齐雪莲负责编写;第7、第12章由周青军、杨芳、魏通、严慧羽、师一华、刘文泼负责编写;第8章由刘鸿鹏负责编写;图表由郭松青、刘冶、郭艳蕊、王娟、许莹负责制作。全书的校对工作由郭松青、李文清、张小娟、郭艳蕊、周青军负责完成。

在本书的编写过程中,宋庆功教授、刘金环教授给予了大力的支持并提供了一些很有价值的建议,谨表示诚挚的感谢!本书的编写得到了理学院领导、物理实验中心领导和同事们的支持和帮助,得到了天津市大学物理实验教学示范中心建设单位建

设项目的资助。本书的编写也包含了一些未能直接参加编写而付出辛劳的同事们。本书在编写过程中参阅了大量的书籍资料,这些书籍资料凝聚了物理学同行们的聪明智慧和辛勤劳作,在此一并表示衷心的感谢。

由于我们的水平有限和实验室条件的限制,书中难免有一些错误、不当之处和某些重要实验内容的遗漏,敬请各位读者批评指正。

编者

2014年10月

目录

第一篇 实验理论基础知识	1
绪论	2
第 1 章 测量的基本知识	6
1.1 测量的基本知识	6
1.2 数据记录及规则	7
1.3 有效数字及运算法则	7
1.3.1 有效数字	7
1.3.2 有效数字的运算规则	8
1.3.3 有效数字的修约规则	9
练习题	9
第 2 章 不确定度的基本知识及处理方法	10
2.1 误差的基本概念	10
2.2 误差的分类及消除方法	10
2.2.1 系统误差的来源及消除方法	11
2.2.2 随机误差的规律及消除方法	11
2.2.3 过失误差	13
2.3 不确定度知识及估算	14
2.3.1 标准不确定度的分类	14
2.3.2 标准不确定度的估算	14
2.4 测量结果的表示	18
2.4.1 测量结果的表示方法	18
2.4.2 测量结果和不确定度的取位与修约	19
练习题	20
第 3 章 数据处理方法	21
3.1 列表法	21
3.2 作图法	22
3.2.1 作图法的优点	22
3.2.2 作图法的基本要求	22
3.2.3 常用的作图法处理数据	23
3.2.4 作图法中常见的错误	25
3.3 逐差法	25
3.3.1 逐差法的优点	25
3.3.2 逐差法的数据处理	25
3.4 线性回归法	26

3.4.1	最小二乘法原理	26
3.4.2	一元线性回归	27
3.5	计算器、计算机处理法	29
3.5.1	计算器的数据处理功能	29
3.5.2	计算机的数据处理功能	30
	练习题	32
第二篇 基础实验		33
第4章 力学和热学实验		34
实验1	长度测量	34
实验2	密度测量	38
实验3	扭摆法测刚体的转动惯量	41
实验4	气垫法测刚体的转动惯量	44
实验5	验证刚体转动惯量的平行轴定理	47
实验6	验证角动量守恒定律	50
实验7	用拉伸法测定钢丝的杨氏模量	52
实验8	用拉脱法测定液体表面张力系数	56
实验9	落球法测量液体的黏度	59
实验10	金属线膨胀系数测量	60
实验11	稳态法测量不良导体的导热系数	63
实验12	空气热机原理	66
第5章 光学实验		71
5.1	光学实验的注意事项	71
5.2	常用光源	71
实验13	透镜焦距的测量	72
实验14	分光计的调整	76
实验15	分光计的使用——测三棱镜顶角	81
实验16	分光计的使用——测折射率	83
实验17	光的等厚干涉——牛顿环	85
实验18	光的等厚干涉——劈尖	89
实验19	菲涅耳双棱镜干涉实验	91
实验20	光栅衍射——测光栅常量	96
实验21	光栅衍射——测光的波长	100
实验22	线偏振现象及规律	101
实验23	圆偏振及椭圆偏振	107

第 6 章	电磁学实验	112
	实验 24 测绘线性电阻和非线性电阻的伏安特性曲线	112
	实验 25 补偿法研究伏安特性	114
	实验 26 电阻的分压特性和限流特性	118
	实验 27 直流单臂电桥	121
	实验 28 直流双臂电桥	125
	实验 29 用模拟法研究静电场	129
	实验 30 示波器原理	133
	实验 31 示波器使用	137
	实验 32 地磁场磁感应强度的测量	142
	实验 33 霍尔效应及霍尔元件基本参量的测量	146
	实验 34 霍尔元件测量磁场	152
	实验 35 铁磁材料的磁化曲线和磁滞回线的测绘	153
第 7 章	近代物理与应用性实验	158
	实验 36 迈克耳孙干涉仪调整和应用	158
	实验 37 全息照相	166
	实验 38 光电效应和普朗克常量的测定	170
	实验 39 弗兰克-赫兹实验	175
	实验 40 超声光栅测声速实验	178
	实验 41 声速的测量	182
	实验 42 霍尔位置传感器与弯曲法测量杨氏模量	185
	实验 43 温度传感器特性测量及应用	188
	实验 44 空气比热容比测定实验	192
	实验 45 单缝衍射的光强分布	195
	实验 46 微波干涉与布拉格衍射	198
	实验 47 光信息的调制与解调实验	203
	实验 48 液晶的电光特性实验	209
	实验 49 波尔共振实验	216
第三篇	设计实验专题	223
第 8 章	气垫导轨上的实验	224
	实验 50 验证牛顿第二定律	226
	实验 51 测量重力加速度	228
	实验 52 验证动量守恒定律	229
	实验 53 验证机械能守恒定律	231
	实验 54 研究滑块的简谐振动	232

第 9 章	热学实验	234
	实验 55 液体比汽化热的测量	234
	实验 56 测量冰的熔化热	235
	实验 57 温度标的设计与制作	236
	实验 58 良导体导热系数的测量	236
第 10 章	光学测量实验	238
	实验 59 单缝衍射一维光强分布的测试	238
	实验 60 偏振光现象的观察与测试	239
	实验 61 补偿式光纤位移传感器	240
	实验 62 补偿式光纤位移传感器测量热膨胀系数	242
	实验 63 硅光电池特性研究	244
第 11 章	电磁学实验	247
	实验 64 电表改装	247
	实验 65 稳压二极管反向伏安特性	248
	实验 66 电路混沌效应	249
	实验 67 RLC 电路特性的研究	251
	实验 68 整流、滤波和稳压电路	255
第 12 章	传感器技术及应用	257
	实验 69 电阻应变式传感器的特性及应用	257
	实验 70 电感式传感器的特性及应用设计	257
	实验 71 电容式传感器的特性及应用	258
	实验 72 磁电式传感器的特性及应用	259
	实验 73 热电式传感器的特性及应用	260
	实验 74 光电式传感器的特性及应用	261
	实验 75 压电式传感器的特性及应用	261
	实验 76 光纤传感器的特性及应用	262
	实验 77 气敏传感器的特性及应用	263
	实验 78 湿度传感器的特性及应用	263
第 13 章	超声波应用	265
	实验 79 超声波探伤实验	265
	实验 80 超声波液位计的设计	266
	实验 81 金属杨氏模量的测量	266
	实验 82 脉冲回波比较法测量金属和液体的声速	267
	实验 83 超声波测量水下地形地貌	267
附录		269
	附录 1 常用物理常量表	269
	附录 2 物质的密度	270

附录 3	20 ℃ 金属的杨氏模量	270
附录 4	某些物质中的声速	271
附录 5	在 20 ℃ 时与空气接触的液体表面张力系数	271
附录 6	液体的黏度 η	271
附录 7	金属和合金的电阻率及其温度系数	272
参考文献	273

第一篇

王 健 著

化学工业出版社 北京 100011

（封面印刷） 北京市印刷厂

实验理论基础知识

本书是作者多年从事实验教学工作的心得总结，也是作者多年从事实验教学工作的心得总结。本书共分八章，第一章为绪论，第二章为实验安全，第三章为实验仪器的使用，第四章为实验数据的处理，第五章为实验报告，第六章为实验考核，第七章为实验事故的预防，第八章为实验事故的调查。本书可作为高等院校化学专业及相关专业的教材，也可供从事实验工作的工程技术人员参考。

本书共分八章，第一章为绪论，第二章为实验安全，第三章为实验仪器的使用，第四章为实验数据的处理，第五章为实验报告，第六章为实验考核，第七章为实验事故的预防，第八章为实验事故的调查。本书可作为高等院校化学专业及相关专业的教材，也可供从事实验工作的工程技术人员参考。

本书共分八章，第一章为绪论，第二章为实验安全，第三章为实验仪器的使用，第四章为实验数据的处理，第五章为实验报告，第六章为实验考核，第七章为实验事故的预防，第八章为实验事故的调查。本书可作为高等院校化学专业及相关专业的教材，也可供从事实验工作的工程技术人员参考。

本书共分八章，第一章为绪论，第二章为实验安全，第三章为实验仪器的使用，第四章为实验数据的处理，第五章为实验报告，第六章为实验考核，第七章为实验事故的预防，第八章为实验事故的调查。本书可作为高等院校化学专业及相关专业的教材，也可供从事实验工作的工程技术人员参考。

本书共分八章，第一章为绪论，第二章为实验安全，第三章为实验仪器的使用，第四章为实验数据的处理，第五章为实验报告，第六章为实验考核，第七章为实验事故的预防，第八章为实验事故的调查。本书可作为高等院校化学专业及相关专业的教材，也可供从事实验工作的工程技术人员参考。

绪论

一、普通物理实验的任务和特点

物理学是自然科学中最基础、最重要、最活跃的一门实验科学。而实验是基于人们为实现或验证某些想法借助于一些仪器而完成的一次有目的的工作。纵观物理学理论发展的历史长河,可知正是由于伽利略把实验的方法引入了物理学理论的研究中,才成就了今天的物理学理论。纵观近现代颁发给物理学中划时代的里程碑级的重大发明和发现的——诺贝尔物理学奖,据不完全统计与实验相关的获奖项目占总获奖项目的73%。因此,可以说物理实验是科学实验的先驱。物理实验在实验思想、实验方法以及实验手段等方面是各学科科学实验的基础,体现了大多数科学实验的共性。在培养学生严谨的科学思维 and 创新能力,培养学生理论联系实际,特别是与科学技术发展相适应的综合能力等方面起着重要的作用。由此可见,物理实验的重要性非同一般。

物理实验是高等理工科院校独立设置的一门非常重要的基础实验课。它是理工科大学生在实验思想、实验方法、实验技能等方面首先接触到的较为系统的、严格的启蒙训练,是培养学生自主学习、创新思维乃至为未来的科学事业奠定基础的关键一步。物理实验课不仅具有极强的科学性,同时物理实验课也具有极强的时代性、社会性。物理实验课不仅使学生将理论与实验贯通为一体,更主要的是在培养学生的基础科学实验能力、科学世界观、良好的综合素质等多方面,起着其他课程不可替代的、特殊的、重要的作用。

(一) 普通物理实验课的主要任务

普通物理实验课的主要任务是对大学生进行严格的、系统的实验理论、实验方法、实验技能和科学研究能力的培养和训练。具体而言,即培养和训练学生具有①使用实验教材和参考资料的能力;②初步设计实验的能力;③正确调整和使用常用的基本实验仪器的能力;④正确观察实验现象,准确记录实验数据的能力;⑤科学正确地处理实验数据,分析实验数据的可靠性,得出实验的正确结果的能力;⑥撰写规范的、完备的实验报告的能力。

物理实验课可使学生具有理论联系实际和实事求是的科学作风、严谨认真的科学态度、积极主动的探索精神,遵守纪律,团结协作,爱护公共财产的优良品德等。物理实验课不仅使学生掌握实验知识,而且还要使学生提高自己的综合素质。

(二) 普通物理实验课的主要特点

1. 物理实验的内容大多数属于验证型的内容,具有极强的目的性。要验证理论就必须得到与理论相吻合的实验现象和结果,得采取合适的方法和手段才能实现。实验手段会随着时代的变迁在不断地变化。实验方法是长期实践经验的积累,需要传承,并在传承的基础上进行创新。

2. 物理实验课的基本技能不要简单地理解为操作技能,物理实验课的基本技能

具有十分广泛的内涵。基本技能包括:实验仪器的选择、使用、维护和保养,实验设备的组装、调试、校验和操作,实验现象的观察、分析和测量,仪器故障的检查、分析和排除等诸多方面。所以说,物理实验课是既要动手又要动脑才能获得基本技能的一门课程。

3. 物理实验是根据数据来说明具体问题的,可以说数据是物理实验的语言。物理实验教学中要针对不同的要求正确选择数据处理方法,得出科学合理的实验结果。

4. 物理实验课是课内外相结合的一门课程。到实验室上实验课仅仅是物理实验课中的一个环节,而不是全部,这一点和理论课有着非常大的区别。那么物理实验课是由哪些环节构成的呢?

二、普通物理实验教学的主要环节和成绩评定基本规则

(一) 物理实验课的主要环节及成绩评定比例

1. 课前预习环节(占实验成绩的20%)

课前预习环节是每次物理实验课的首要环节,若没有预习则不得进行本次实验课,并不给补做机会。

课前预习环节主要步骤:第一,根据课表确定预习的实验项目;第二,阅读实验教材及参考资料,明确实验目的,理解并掌握实验原理、方法;第三,了解实验内容、步骤及注意事项;第四,设计数据记录表格。

预习报告是课前预习环节完成的标志,也是教师评定预习环节成绩的依据。

预习报告要求在专用实验报告纸上完成。预习报告要求包含的内容如下:

(1) 实验日期,实验名称,实验目的,实验仪器名称和型号(可在上课时填写)(这部分内容成绩占实验成绩的5%);

(2) 实验原理(简要的叙述主要原理,列出实验用的原理公式,画出受力原理简图、电路图、光路图),实验内容,实验步骤(这部分内容成绩占实验成绩的10%);

(3) 实验数据记录表格(请使用本书后的实验数据记录表格)(这部分内容成绩占实验成绩的5%)。

注意:课前预习报告上课时一定要带到实验室,教师要检查并视完成情况评定预习成绩。

2. 上实验课(实验的实际操作)环节(占实验成绩的40%)

这个环节是在规定的实验室完成的。学生进入实验室后,应该遵守实验室规则,服从教师的安排,熟悉所用的仪器,合理安排各仪器的位置,操作一定要符合安全规范。实验中遇到问题要尽量自己解决和处理,锻炼自己分析问题和解决问题的能力;仪器出现故障时应在教师的指导下学习排除故障的方法,完成故障的排除。总之。上实验课应该立足于学习实验方法,以提高实验技能为目标,不要以为测量完数据就完成实验。

实验课的过程由以下步骤组成。

(1) 预习报告的检查。教师可采用适当的方式检查学生的预习报告,指出其中的不足,提醒学生在提交完整报告时补充预习内容中的不足之处。

(2) 教师指导性的讲解。教师讲解时,学生应注意听讲,并对教师提出的实验的要求做相应的笔记,以备后续内容的需求(这部分内容成绩占实验成绩的5%)。

(3) 实验操作。首先,熟悉仪器,检查仪器的工作状态,经教师允许后方可进行下一步实验;其次,依据实验要求的基本步骤,独立地实施实验操作。观察实验现象(这部分内容成绩占实验成绩的15%)。

(4) 测量及数据记录。实验数据读取要准确、清晰、完整。不允许随意添加或丢失有效数字位数。实验数据记录要用不可轻易除掉痕迹的笔(中性笔、圆珠笔等)将读取的数据记录在预习时设计的表格里。如数据记录有误,在该数据上做一个标记(画一条斜线或画一交叉线)即可,切忌不要涂写得很乱;然后在空白处记录正确的数据或另画一个表格来记录正确的数据。记录的数据必须真实,不可为了得到一个好的结果来“凑”数据,也不允许抄袭他人数据(这部分内容成绩占实验成绩的15%)。

注意:数据记录完成后,经教师确认(教师签字)才有效。

(5) 实验室整理。实验数据教师签字后,学生整理自己所用的实验仪器,将仪器恢复成原样,做好实验室记录的填写及实验室的简单整理,经教师允许后方可离开实验室(这部分内容成绩占实验成绩的5%)。

注意:实验课并没有完成。保管好实验数据记录单(有教师签字)——称为原始数据。交实验报告时,该记录单要一并交上。

3. 实验总结环节(占实验成绩的40%)

测量完实验数据离开实验室,但实验并没有完成。还需要做如下的工作:

(1) 实验数据的整理。在预习报告的基础上,做表格将实验测量数据准确地誊写在表格中。然后按要求对实验数据作进一步的处理。数据计算需要计算过程;作图要求按作图规范,图线符合规范,必须在坐标纸上完成;数据整理结束,给出实验结果。上述内容直接在预习报告的后面完成(这部分内容成绩占实验成绩的20%)。

(2) 讨论与总结。内容不限,可以针对该实验观察到的实验现象,也可以是对实验的重点问题、难点问题等的讨论、研究、体会,或是对实验所用仪器的改进等方方面面的内容均可(这部分内容成绩占实验成绩的10%)。

(3) 课后思考题的解答(这部分内容成绩占实验成绩的5%)。

(4) 实验报告的完整性。补足预习报告中的不足;将第3环节的每项要求均写在正式报告上,完成坐标纸上应做的图线。在下一上实验课前,将完整的实验报告、所作图表,连同原始数据一起交给教师(这部分内容成绩占实验成绩的5%)。

(二) 普通物理实验教学成绩评定基本规则

物理实验课成绩的评定分为进程性成绩(平时成绩)评定和终结性成绩(考试成绩)评定两部分,其中平时成绩占70%,考试成绩占30%,但具有一票否决权。具体规则:每次实验成绩按十分制原则评定,评定比例如前所述;平时成绩为每次实验成绩的平均值;考试成绩按百分制评定成绩,考试成绩不合格者则实验课总成绩记为不合格。

注意:平时成绩不合格者,取消考试资格,成绩按不合格记。

三、怎样上好物理实验课

上好物理实验课首先要有明确的学习目的、端正的学习态度;其次,按实验课的主要环节的规范和要求,认真地学习完成每个环节的实践;第三,在教学环节的实践中,训练和培养严谨的科学态度、实事求是的科学精神、坚忍不拔的工作作风;通过教学实践培养和提高创新意识及综合素质,为科学研究奠定良好的基础。

要上好物理实验课,还要严格遵守学校制定的有关实验室、仪器设备的管理和使用等方面的各项规章制度,具体要求如下。

1. 做好预习。通过预习及预习报告的撰写应明确该实验的“做什么”、“用什么做”、“怎么做”。

2. 遵守纪律。严格遵守课堂纪律,不得旷课、迟到、早退。迟到 15 分钟不得进入实验室。在实验室不准随意移动、拆卸、更换仪器设备;如发现仪器设备有问题应及时向教师反映以便问题得到及时解决并分清责任。实验仪器设备实行损坏赔偿制度,经确认属无故损坏的仪器设备,一律照价赔偿。

3. 保证安全。进入实验室安全是第一要务。第一,学生自身的安全;第二,仪器设备的安全。这两方面的安全都要靠严格执行相关的规章制度实现。

4. 签字制度。预习报告、实验数据、实验用仪器设备维护和使用记录均需教师签字确认才有效。

5. 保持卫生。保持实验室的环境卫生,不准将任何垃圾留在实验室。

6. 按时提交实验报告。下次上实验课前交实验报告,包括原始数据,教师批改并记录成绩;超过 1 个月未交者按 0 分记入成绩。

第 1 章

测量的基本知识

物理实验不仅是通过观察实验现象给出定性的解释,更重要的是通过测量物理量对实验现象给出一个定量的解。测量就是要根据一定的规则读取相应的数据,这就存在一个数据读取位数是否有效的问题。因此,实验测量和有效数字的概念及其相关的问题是实验进行之前就要掌握的一个重要问题。

1.1 测量的基本知识

测量:是将待测物理量与选定的标准同类物理量进行定量比较的操作过程。测量得到的结果要包含数值(标准单位的倍数)、单位及数据的可信任程度。

测量分类的方法很多。常用的有根据被测物理量与测量结果的关系分为直接测量和间接测量。也可根据测量物理量的条件等因素分为等精度测量和不等精度测量。

1. 直接测量:是指能用标准测量工具与待测物理量进行比较就可得到待测物理量的结果的操作过程。如用天平可直接测量物体的质量;用米尺测量物体的长度;用秒表可以测量时间等。

2. 间接测量:是指用标准测量工具不能直接得到测量结果,而必须先做相关物理量的直接测量,再根据被测物理量与直接测量量的函数关系进行数学运算得到被测物理量的测量结果的过程。如球体质量密度 ρ 的测量,先用天平测球的质量 m ,再用游标卡尺测球的直径 d ,然后根据函数 $\rho = 6m/\pi d^3$ 即可算出球体的质量密度 ρ 。

实验中,有些物理量如球的体积 V ,可以直接测出其体积,它是直接测量量,但也可先测其直径 d ,再利用函数 $V = \pi d^3/6$,这时它属于间接测量量。但大多数被测物理量是没有直接测量工具的,因此,大多数物理量属于间接测量量。

3. 等精度测量:在相同的测量条件下完成被测物理量的多次连续重复测量的过程。如用 50 分度的游标卡尺在统一环境下对铜棒直径 d 测量 5 次,测量结果是 2.98 mm、3.00 mm、2.98 mm、2.98 mm、2.96 mm,每次测量结果可能不同,但测量工具、测量环境等完全相同,可以保证这五个测量结果的可靠性一致,这五个量为等精度测量量。

4. 不等精度测量:在测量条件不相同的情况下完成被测物理量的多次重复测量的过程。如对铜棒直径 d 测量 5 次,先用 50 分度的游标卡尺测量 3 次,得到测量结果为 2.96 mm、2.98 mm、2.98 mm,再用千分尺测量 2 次,测得结果为 2.975 mm、2.986 mm,这五个数据测量结果不完全相同,测量结果的可靠性也不相同,这五个测量结果是不等精度测量量。不等精度测量量在后期进行数据处理时比较麻烦,需要根据每个测量量的“权重”进行“加权平均”处理,实验中我们很少采用这种“加权平均”处理方法。