



高职高专“十一五”规划教材

普通物理学实验



白心爱 编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

普通物理学实验

白心爱 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书本着“以应用为目的,以必需、够用目的”和“以素质为核心、能力为基础、技能为重点”的原则,结合当前高职高专物理实验教学现状以及学生的特点,注重对学生动手能力、思维能力和创造能力的培养,较为全面地阐述了测量误差、不确定度、数据处理、常用测量方法、常用实验仪器以及设计性实验的基础知识,编写了20个基础性实验、5个综合性实验以及19个设计性实验。

本书可作为高职高专类工科学生基础物理实验教材,也可作为高等师范院校、教育学院、高等师范专科学校教师 and 学生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

普通物理学实验/白心爱编. —北京:化学工业出版社, 2010.6

高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-08327-2

I. 普… II. 白… III. 普通物理学-实验-高等学校: 技术学校-教材 IV. O4-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第072415号

责任编辑:张双进
责任校对:陶燕华

装帧设计:杨 北

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京市振南印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张10 $\frac{3}{4}$ 字数261千字 2010年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:18.00元

版权所有 违者必究

前 言

本书为与教育部高职高专规划教材《普通物理学》(蔡保平主编)配套的实验教材,是结合当前高职高专物理实验教学现状以及学生的特点而编写的。较为全面地阐述了测量误差、不确定度、数据处理、常用测量方法、常用实验仪器以及设计性实验的基础知识,编写了20个基础实验、5个综合性实验以及19个设计性实验。本着“以应用为目的,以必需、够用为目的”和“以素质为核心、能力为基础、技能为重点”的原则,在本书的编写中力求做到实验目的明确,实验原理清楚,实验仪器介绍实用、典型,实验步骤简明可行;在内容的处理上,注重对学生动手能力、思维能力和创造能力的培养,利于教学,有所创新。各学校可根据自己的实际情况和实验学时选用。

本书可作为高职高专类工科学生基础物理实验教材,也可作高等师范院校、教育学院、高等师范专科学校教师和学生的参考用书。

由于时间和水平有限,有不妥之处,敬请同行和读者批评、指正。

最后,对本书在编写和出版过程中给予支持和帮助的同志表示衷心的感谢!

编者

2010年6月

前言

《园林植物栽培与养护》是园林工程技术、园林技术专业的重要专业课之一，是从事园林绿化、园林工程管理、城市林业、园林工作的技术与管理人员必须掌握的一门课程。主要讲授园林植物栽培与养护基础、园林苗圃的建立、园林植物的种实生产、园林植物的繁育、园林植物的露地栽培技术、园林植物的保护地栽培技术、园林树木的移植、园林植物的养护管理、园林树木的整形修剪等内容。

编写和出版本书，我们遵循了以下几个原则：一是实用；二是系统；三是为实践服务；四是深入浅出。编写中我们遵循职业教育的原则，理论知识以“必需够用”为度，强调职业教育的实践性与应用型。编写结构和内容安排上，我们采用了符合高职特色的项目教学法，将每一项目分成若干任务，在每一任务内又设相关知识和任务实施，使学生在职业实践活动的基础上掌握知识。

本教材由苏州农业职业技术学院龚维红担任主编，杨凌职业技术学院田雪慧、苏州农业职业技术学院丁小晏任副主编。编写分工如下：龚维红编写绪论、项目七和项目八；田雪慧编写项目一和项目二；丁小晏编写项目三和项目六；辽宁林业职业技术学院程春雨编写项目四和项目五。全书由龚维红统稿，苏州农业职业技术学院潘文明教授担任主审。

由于编者水平有限，错误和不足之处在所难免，敬请批评指正。

编者

2012年6月

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业定制出版、团体用书、
会议培训、其他深度合作等优质、高效服务。

编辑部

010-68342167

图书广告

010-68361706

出版咨询

010-68343948

图书销售

010-68001605

jccbs@hotmail.com

www.jccbs.com.cn



中国建材工业出版社
China Building Materials Press

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

参 考 文 献

- [1] 杨述武. 普通物理实验 (一、力学及热学部分). 北京: 高等教育出版社. 2007.
- [2] 杨述武. 普通物理实验 (二、电磁学部分). 北京: 高等教育出版社. 2007.
- [3] 杨述武. 普通物理实验 (三、光学部分). 北京: 高等教育出版社. 2007.
- [4] 杨述武. 普通物理实验 (四、综合及设计部分). 北京: 高等教育出版社. 2007.
- [5] 彭菊村. 普通物理实验. 武汉: 湖北科学技术出版社. 2005.
- [6] 曹惠贤. 普通物理实验. 北京: 北京师范大学出版社. 2007.
- [7] 沈元华. 设计性研究性物理实验教程. 上海: 复旦大学出版社. 2004.
- [8] 梁伟华. 普通物理实验. 北京: 中国计量出版社. 2007.
- [9] 朱俊孔. 普通物理实验. 济南: 山东大学出版社. 2004.
- [10] 曹贺鑫. 大学物理实验教程. 北京: 化学工业出版社. 2008.
- [11] 孟庆云. 物理实验. 北京: 化学工业出版社. 2009.
- [12] 吴振森. 综合设计性物理实验. 西安: 西安电子科技大学出版社. 2007.

目 录

绪论	1
第一章 物理实验基础知识	7
第一节 测量与误差	7
一、测量	7
二、误差	7
三、误差的分类	8
四、测量的精密度、准确度和精确度	9
五、随机误差的估计	9
六、异常数据的剔除	10
第二节 不确定度与测量结果不确定的表达	11
一、不确定度的概念	11
二、测量结果的表示和合成不确定度	11
三、直接测量结果的不确定度的估算	12
四、间接测量结果不确定度的合成(或传递)	13
第三节 有效数字及其运算法则	15
一、有效数字的概念	15
二、如何确定有效数字	16
第四节 实验数据处理的几种方法	17
一、列表法	17
二、作图法	18
三、图解法	18
四、逐差法	20
第二章 物理实验中常用的测量方法	22
第一节 比较法	22
一、直接比较法	22
二、间接比较法	23
第二节 放大法	23
一、累积放大法	23
二、机械放大法	23
三、电学放大法	24
四、光学放大法	24
第三节 转换法	24
一、不可测量的转换	24
二、不易测准量的转换	24
第四节 模拟法	25

一、物理模拟	25
二、类比模拟	25
第五节 其他方法简介	26
一、平衡法	26
二、补偿法	26
三、干涉、衍射法	26
四、控制变量法	27
五、留迹法	27
第三章 基本物理实验仪器简介	28
第一节 力学、热学实验基本仪器	28
一、刻度尺	28
二、游标卡尺	28
三、螺旋测微计	31
四、移测显微镜	32
五、物理天平	33
六、电子天平	35
七、气垫导轨	35
八、数字毫秒计	36
九、电子停表	37
十、机械停表（又称秒表）	38
十一、温度测量	38
十二、操作规程	39
第二节 电磁学实验仪器	39
一、电源	39
二、电表	40
三、数字电表	42
四、电阻箱	43
五、滑线变阻器	44
六、万用表	44
七、开关	49
第三节 光学实验仪器简介	49
一、常用光源	49
二、光具座	50
三、测微目镜	51
四、分光计	53
五、光学仪器的正确使用与维护	56
第四章 基础性实验	57
实验一 长度的测量	57
实验二 密度测定	59
实验三 重力加速度的测定（单摆法）	62

实验四	气垫导轨上滑块运动的研究	65
实验五	利用气垫导轨验证牛顿第二定律	67
实验六	刚体转动惯量的测定	70
实验七 (a)	简谐振动的研究	74
实验七 (b)	简谐振动的研究	76
实验八	用混合量热法测定冰的熔解热	79
实验九	水的汽化热的测定 (用量热器测)	81
实验十	电热法测定热功当量	84
实验十一	冷却法测量金属的比热容	85
实验十二	万用表的使用	89
实验十三	伏安法测电阻	91
实验十四	用惠斯通电桥测电阻	95
实验十五	用模拟法测绘静电场	98
实验十六	用牛顿环测透镜的曲率半径	101
实验十七	薄透镜焦距的测定	104
实验十八	显微镜的使用	109
实验十九	分光计的调节与使用	112
实验二十	棱镜玻璃折射率的测定	116
第五章	综合性实验	119
实验一	电表的改装与校准	119
实验二	空气比热容比的测定	123
实验三	光电效应测普朗克常数	125
实验四	迈克尔逊干涉仪	129
实验五	光栅衍射	133
第六章	设计性实验	138
	设计性实验概述	138
	一、设计性物理实验的目的和意义	138
	二、设计性物理实验的特点	138
	三、设计性物理实验的基本程序和要求	138
实验一	密度的测量	139
实验二	测量食用油的密度	139
实验三	测定食盐的密度	140
实验四	用米尺测量弹簧振子的周期	140
实验五	重力加速度测定方法的分析与比较	140
实验六	伏安法测电阻	140
实验七	自组电桥测电阻	141
实验八	测定灯泡电阻和伏安特性曲线	141
实验九	测定电压表内阻	141
实验十	测量固定内阻和表头内阻	141
实验十一	测量干电池的电动势	142

绪 论

一、物理实验课的地位与作用

物理实验在探索和开拓新的科技领域中,在推动其他自然科学和工程技术发展中起着重要的作用。在大学里,物理实验课是对学生进行科学实验基本训练的一门独立的必修重要基础课程,是学生在大学受到系统实验技能训练的开端。它在培养学生运用实验手段去分析、观察、发现,乃至研究、解决问题的能力方面,在提高学生科学实验素质方面,培养学生严谨的治学态度,活跃的创新意识。理论联系实际和适应科技发展的综合能力等方面具有其他实践类课程不可替代的作用。可以说,物理实验课是大学生学习或从事科学实验的起步,同时,它也将为学生今后的学习、工作奠定良好的实验基础。

二、物理实验课的目的和任务

作为一门独立的基础课程,普通物理实验具有独特的教学内容、教学方法、教学目的和课程任务。普通物理实验课程对学生能力和素质的培养不仅包含通常意义上的实验技能和操作技能,也包含实验过程中发现问题和解决问题的能力、综合分析能力、创造性思维能力、总结表达能力,还包含实验者的科学态度、求实精神、坚忍不拔的意志、追求真理的勇气及爱护实验仪器、节省实验材料的良好品德和科学习惯。这是其他课程不能完成,理论思维能力不能替代的。作为对学生系统地进行科学实验能力训练的开端和基础,大学物理实验课程的目的和任务如下。

1. 学习和掌握物理实验的基本知识

通过对物理实验现象的观察、分析和对物理量的测量,学习和掌握物理实验的基本知识、基本方法、基本技术;懂得如何运用实验方法去研究物理现象和规律,加深对物理学原理的理解;熟悉常用实验仪器的基本原理、结构性能、使用方法;学习物理实验中独特而巧妙的思维方法。

2. 培养与提高学生的科学实验能力

(1) 自学能力 能够自行阅读实验教材和参考资料,正确理解实验内容和实验原理,做好实验前的准备;对实验中出现的基本问题,能够通过查阅资料而得到解决。

(2) 动手能力 能够借助实验教材或仪器说明书,正确地使用仪器和进行各种基本操作;培养一定的动手操作能力,能够解决实验中的一般性技术问题,排除实验中的简单故障;在一定的仪器设备条件下,通过努力,得出尽可能好的实验结果。

(3) 观察能力 能够通过自身的感觉器官和它们的延伸物——实验仪器,捕捉实验过程所呈现的各种现象,发觉实验现象的各种特征,通过对现象的观察和比较,获得全面的、本质的实验信息。

(4) 分析能力 能够运用物理学理论和实验原理对实验现象和实验结果进行初步分析、判断和解释;对各种因素可能引起的误差进行初步估计,对结果进行初步评价。

(5) 表达能力 能够正确记录和处理实验数据,设计表格,绘制图线,描述实验现象,说明实验结果,撰写合格的实验报告。

(6) 设计能力 对于简单问题, 能够从研究对象或课题要求出发, 查阅资料; 依据基本原理, 设计实验方法, 确定实验参数, 选配实验仪器, 拟定实验程序, 合理地、有效地安排测量方案和实验步骤。

3. 培养与提高学生的科学实验素质

在物理实验课的学习和训练中, 要培养学生实事求是、理论联系实际的科学作风, 严肃认真、一丝不苟、不怕困难、艰苦努力的科学态度, 不断探索、大胆质疑、勇于创新的科学精神, 以及遵守纪律、团结协作、节约资源、爱护公物的优良品德。

物理实验课程将通过以上密切相关的三个方面, 使学生不仅能在实验室里对自然界的基本规律进行考察, 同时又有机会吸取现代科学的最新营养, 从而受到从实验能力、人文素质到科学方法论的最全面的基本训练。

三、物理实验的教学程序

物理实验是在教师和教材的指导下, 由学生独立进行的课程。为达到物理实验课程的目的, 完成物理实验课程的任务, 必须充分发挥学生的主动性, 调动学生的学习积极性, 自觉地、创造性地获得知识和技能。为此, 应当高度重视物理实验课程具有的自身特殊性的三个基本教学环节, 即课前预习、实验过程和实验报告。

1. 课前预习

课前预习是做好实验的关键。

一次实验课的时间有限, 从熟悉仪器到测出数据, 任务繁重。若课前不明确实验的目的、要求、原理和方法, 不知道要测量哪些物理量、用什么仪器和怎样测量, 不明确实验的思路和基本过程, 不了解哪些地方是本次实验的重点应当特别注意, 到上课时就不可能做好实验。可以肯定地说, 实验能否顺利进行, 能否获得预期的结果, 在很大程度上取决于预习是否充分。因此, 每次做实验之前必须预习, 必须认真预习。

预习时主要阅读实验教材, 必要时还需参考其他资料, 以求基本掌握实验的整体概况, 明确实验目的, 看懂实验原理, 了解实验内容, 知道实验步骤。对实验中使用的仪器和装置, 要阅读教材中有关仪器部分, 了解使用方法和注意事项。当然, 如果有条件的话, 在实验室预习, 才是最科学、最合理的方式。总之, 要通过课前预习和思考, 在脑海中形成一个初步的实验方案, 并在此基础上写出预习报告。预习报告的内容包括实验名称、实验目的、实验原理、实验仪器、实验内容和步骤以及数据记录和处理表格。表格的设计要清晰、明确、简洁、规范。预习思考题有助于学生对实验原理的理解和对实验方法的掌握, 在预习报告中也应对其做出回答。

2. 实验过程

实验过程是实验课的中心环节。

在动手实验之前, 要先认识和清点所用仪器、装置和器具, 了解其主要功能、量程、级别、操作方法和注意事项, 不要急于测量。

实验时, 要有目的、有计划地进行操作。

首先是布置、安装(或接线)和调试仪器。仪器的布局要合理, 以方便操作和读数, 特别要考虑到实验者和仪器的安全。合理选择仪器量程, 严格遵守使用说明和操作规程, 细致、耐心地把仪器调整到最佳工作状态。在电磁学实验中, 接线完毕后, 学生应自己做一次检查, 再请指导教师复查, 确认正确无误后才能接通电源。

调试完毕后即可开始实验。起初可作探索性试验操作,粗略地观察一下实验过程,若无异常现象,便可正式进行实验。如有异常现象,应立即切断电源,认真分析,仔细排查,并向指导教师反映。待找出原因,排除异常后再开始进行实验。

测量时要把原始数据整齐地记录在预习时已经准备好的数据处理表格中,注意数据的有效数字和单位。不要用铅笔记录,也不要先草记在另外的纸上再写在数据表格中,这样容易出错,况且这已经不再是第一手的“原始记录”了。如果记录的数据有错误,可用一斜线轻轻划掉,把正确的原始数据写在其旁,但不得涂改数据。要永远记住,原始数据是实验的最珍贵资料。

一份完整的实验原始记录,除数据之外,还应包括实验日期、环境条件(温度、湿度、气压、阴晴风雨等气象状况)、观察到的有关现象以及主要仪器的名称、型号、级别、量程、编号等。

在测量过程中要尽量保持实验条件不变,注意操作姿势,不要使仪器受到振动或移动。实验完毕后,要暂时保持测试条件,请教师审阅实验记录,必要时也可能要重新测量。最后,经教师确认并签字后,再复原整理仪器,离开实验室。

3. 实验报告

实验报告是对所做实验的系统总结,是学生表达能力和信息交流能力的集中体现,也是交流实验成果的媒介。

实验报告应写在专用的实验报告上,要求层次分明、字迹清楚、文理通顺、简明扼要、图表规范、结论明确。书写实验报告是培养学生分析、总结问题的能力,提高文化素养和综合素质的重要方面。

实验报告的内容一般有以下几方面。

① 实验者姓名。

② 实验的环境条件。

③ 实验名称。

④ 实验目的。

⑤ 实验原理。在对实验原理充分理解的基础上,用实验者自己的语言简要叙述有关的物理内容(包括电路图、光路图、原理和实验装置示意图),测量和计算所依据的主要公式,式中各量的物理含义、单位以及公式成立必须满足的实验条件等。

⑥ 实验仪器。主要型号、编号、量程、精度、最小分度值等。

⑦ 实验内容和步骤。除概括地写出实验进行的主要程序之外,还应包括实验中观察了哪些物理量,测量了哪些物理量,调节的要领和技巧,以便必要时重复或检验已经完成的实验。

⑧ 数据处理。在数据处理中要完成计算、作图、误差估算及结果表达等工作。要把原始数据按有效数字列成科学的表格,使阅读者能纵观全局,一目了然。在数据处理和误差运算中,应有主要过程,做到言之有据,结果可信。实验结果的表达,不仅要指出测量值的大小,还需按要求用误差范围的估算或不确定度来评定测量结果。

⑨ 分析讨论。分析讨论的内容相当广泛,可以深入探讨实验现象或进一步进行误差分析,也可以对实验本身的设计思想、实验仪器、实验方法的改进写出自己的心得体会或建设性意见,甚至于根本不同的意见。通过对分析讨论题的回答,还可以进一步深入理解物理实验的理论。分析讨论将为学生在更高层次上发挥自己的聪明才智提供一个自由思考的广阔

空间。

以上只是提供了实验报告的一般格式。一份成功的实验报告,就是一篇科学论文的雏形,应力求用严谨的结构、流畅的文笔、清晰的思路和个性化的色彩,简洁地描述实验的内容、方法和步骤,表达实验所阐明的物理思想和概念,给出可信的明确结论。实验报告的撰写可以培养和提高学生的分析、表达和信息交流的能力。

实验报告可以和预习报告结合起来完成。

四、如何学好物理实验课

物理实验课是学生接受系统科学实验训练的开端,是高等教育培养未来科学家、工程师的一系列实践教育的基础和先导。它不同于理论课,也不同于实习课,既有极强的理论性,更有极强的实践性。作为对学生系统地进行科学实验能力训练的开端,要学好这门课程,不但要花气力、下工夫,而且要有一定的学习方法。

怎样才能真正上好物理实验课呢?

1. 注意掌握基本的实验方法和测量技术

基本的实验方法和测量技术不仅会经常用到,而且也是复杂实验和测量的基础,学习时不仅要弄清它的原理、适用条件、操作要领,而且要通过实验实践,逐步熟悉和记牢,达到得心应手,运用自如。对分散在每一个实验中的具有普遍意义的实验方法、测量技术和巧妙构思,要联系起来、举一反三、反复研究、认真思考、不断总结,才能融会贯通,留下深刻印象。

2. 注意培养观察能力

观察是实验者通过自身的感觉器官或它们的延伸物——仪器,来获得研究对象的信息的一种方法,是在相应的实验条件下为一定的实验任务而进行的有计划的知觉过程。

所有的物理规律都是通过相应的现象表现出来的,物理实验就是通过对这些现象的观察和测量来认识它们的。因此,实验的过程离不开观察,观察是实验的基础,通过观察所获得的信息越全面、越本质,对物理实验所呈现规律的认识就越正确、越深刻。观察是认识客观规律的重要途径。

培养学生的观察能力,就是要通过一定的训练,使学生学会从物理过程中去发觉和捕捉研究对象的各种特征,善于全面、深入、正确地认识这些特征。物理实验区别于一般性实用测量的显著特点是它的直观性,即能较好地显示物理过程。学生既要观察过程的定性规律,又要观测过程中各物理量之间的定量关系,既要观测过程的精细结构,又要观察过程的总体趋向,必要时还要创造各种理想化条件,观测各种因素对实验过程的影响。

对实验过程的观察,不限于知觉,应当同积极的思维相结合。实验过程中会出现各种各样现象,要充分利用感官和大脑思维去观察、试探、估量物理现象是否预期出现,仪器的工作状态是否正常,仪器显示的物理信息是否受到干扰,观察到的物理现象是正常还是“反常”,要抓住其中的关键,以实验原理为指导,以实验事实为依据,对观察到的现象进行分析、思考、保留或舍弃,必要时还需重复观察实验过程。

有效的观察还需有明确而具体的观察目的和关于所观察对象的预备知识。因此,要提高观察能力,必须做好预习,掌握实验过程,明确观察对象、观察目的和观察任务。

培养观察能力的训练还具体表现在合理地发挥观测仪器的功能,在仪器精度范围内充分地观察和捕捉物理现象,测准物理信息。

总之,学会观察、善于观察甚至多方位观察,是物理实验过程对学生能力培养的重要方面。只有在实验课的每个环节中,养成观察的习惯,才能领悟观察的方法,逐步提高实验观察能力。

3. 注意提高科学分析的能力

分析是科学思维的基本过程和方法,能使在实验过程中由观察得到的现象和信息所反映的本质及其变化规律得以显现和总结。分析能力是实验者最重要、最基本的素质。

在物理实验中可以通过对实验过程中的正常和“反常”现象的分析、测试故障的分析、仪器的分析、测试环境影响的分析、误差分析和测量结果的分析等,来培养学生的分析和综合能力。

例如,实验最后一般都要获取数据结果,数据是否正确靠什么去判断,数据的好坏说明什么问题,实验结果是否可信,这些问题要靠思考分析才能作出综合判断,即必须分析实验方法是否正确,实验条件是否满足,仪器的精度和使用是否配合得当,实验环境有多大影响以及上述各种因素可能带来的误差大小等。

实际上,任何理论都是在一定基础上的抽象或简化,而客观现实和实验所处的环境条件要复杂得多,实验结果有可能产生和理论公式的差异。问题在于差异的大小是否合理,应通过分析找出其中的原因。千万不可认为,实验就是按教材所列举步骤的机械操作,其目的只是为了做出标准的实验数据。往往有些学生,当实验数据和理论计算一致时,就心满意足,简单地认为自己已经学好了这个实验;一旦实验数据和理论计算差别较大时,又感到失望,抱怨仪器装置,甚至拼凑数据。这两种缺乏科学分析的态度和表现都是不对的。

在科学实验的历史上曾经出现过这种情况,即实验结果与原有的理论或习惯认识不一致,而通过分析和综合肯定了实验结果在测量误差范围之外,这时,实验者可能已经打开了通向科学发现的一扇大门。例如,1894年英国物理学家瑞利(T. B. Rayleigh)测定空气中氮气(N_2)的密度为 $\rho = 1.2565\text{g/L}$,而他从分解氨气(NH_3)得到的氮气的密度为 $\rho = 1.2507\text{g/L}$,两者的测量值在第四位有效数字上发生了差异。经过实验分析,他肯定两者的差异超出了实验的测量误差范围(他当时认为空气中除了氧气以外都是氮气),后来进一步的研究,导致了空气中氩气的发现。现代量子电动力学的建立过程也有这样的例子:在进行电子磁矩的测量时,发现测量结果与狄拉克方程给出的理论值差千分之一,通过综合分析,确信了这不是测量误差,于是导致了量子电动力学的建立。

由此可见,科学分析在物理实验过程中的极端重要性。简单的实验结果,哪怕与理论值十分接近,甚至于完全相符,也不能替代对实验的科学分析。当然,在物理实验的课堂上,上述科学发现的概率也许非常之小,但是,在实验课程中对科学分析能力的培养将使学生终生受益。

4. 注意掌握每次实验的重点

实验是在理论指导下手脑并用的一项实际工作。从某种意义上来说,实验课所面临的问题要比理论课更加丰富多彩、复杂而具体,除了需要重点学习的内容之外,总会遇到许多零碎的问题,甚至要去完成一些枝节的工作。这些工作固然也需要学习,需要做好,但要想在一次有限的实验学时内把它们完全搞清楚,也是不可能的。应当根据实验目的,抓住关键性的重要问题首先解决,对某些零散的枝节性问题可以滞后一步解决,以集中精力,提高学习效率。

5. 注意培养良好的实验习惯

良好的实验习惯是经过反复训练而巩固下来的并变成自身需要的科学行为方式。它对保证实验的正常进行, 确保实验中的安全, 保护实验仪器的正常运作, 防止差错的发生将产生潜在的影响或直接的作用。良好的实验习惯是科学工作者文化修养和综合素质的反映和体现。因此, 培养良好的实验习惯应该是学生从事科学实验基本训练开端和基础的物理实验课程的一个重要任务。

怎样培养良好的实验习惯呢?

良好的实验习惯是和严肃认真、一丝不苟的作风紧密相连的, 需要从一件件十分具体的“小事”做起。例如, 要养成做每个实验之前, 先了解一下该实验全貌的习惯; 要养成使用任何一种仪器之前, 先了解它的精度、量程, 以及先调整或校正, 然后再使用的习惯; 要养成在实验记录中尊重实验事实的习惯; 要养成在实验报告中记录实验日期和环境条件的习惯; 要养成科学摆放实验仪器的习惯; 要养成在放置较重仪器时, 先部分放下再全部放下, 在搬动轻巧仪器时, 左手托、右手档的双手配合习惯; 要养成安全用电的习惯; 要养成使用电学仪器时, 先开启总电源开关, 再开启仪器开关, 使用完毕后先关闭仪器开关, 再关闭总电源开关的习惯; 要养成对某些仪器短路保护的 habit; 要养成不用手直接触摸光学元件工作面的习惯; 要养成保持实验环境清洁整齐, 以及遵守实验室规则、保护实验设备、节约实验材料的习惯等。

千万不要认为, 良好的实验习惯仅仅是区区小事而不必重视。不良的实验习惯一旦形成, 将很难改正, 还会对今后的科学工作产生潜在危害, 甚至会造成重大损失。

对于一个孤立的单个实验来说, 良好的实验习惯往往因很细小、太简单、易明白、好掌握而被初学者所忽视。其实, 良好实验习惯的养成并非是一件简单的事情, 进行实验的目的性、顽强性、果断性和自制性这些具有意志特征的优良品质, 以及抓住某些特异现象不放的强烈好奇心和求知欲, 是良好实验习惯的最高境界。

良好的实验习惯是综合素质的重要组成部分, 需要经过很多实验的总结、反思、回顾和实验中的不断磨炼才能形成。当你形成了稳定的良好实验习惯之后, 你的科学实验素养就会在不知不觉中进入到一个更高的层次。

物理实验是理论与实践相结合, 实验方法与科学思维相结合, 课上与课下相结合的一门独立课程。它包括实验方法、实验条件、仪器装置、实验设计、操作测量、数据处理以及实验分析等诸多方面, 每一个方面都有其自身的特点和规律, 并形成许多实验思想。要学习好物理实验绝不是一件轻而易举的事情, 必须在掌握基本知识、基本技能和基本方法的训练中, 在动手能力、观察能力、分析能力和表达能力的培养中, 在养成良好实验习惯的磨炼中, 以及在感悟和体验物理实验的文化内涵和智慧魅力中把自己逐渐培养成懂理论、能动手、善思维、具有较高科学素质的高级工程技术人才。

第一章 物理实验基础知识

第一节 测量与误差

一、测量

物理实验不仅要定性的观察物理现象，更重要的是找出有关物理量之间的定量关系。因此就需要进行定量的测量。测量就是借助仪器用某一计量单位把待测量的大小表示出来。根据获得测量结果方法的不同，测量可分为直接测量和间接测量，由仪器或量具可以直接读出测量值的测量称为直接测量。如用米尺测量长度，用天平称质量；另一类需依据待测量和某几个直接测量值的函数关系通过数学运算获得测量结果，这种测量称为间接测量。如用伏安法测电阻，已知电阻两端的电压和流过电阻的电流，依据欧姆定律求出待测电阻的大小。

一个物理量能否直接测量不是绝对的。随着科学技术的发展，测量仪器的改进，很多原来只能间接测量的量，现在可以直接测量了。比如车速的测量，可以直接用测速仪进行直接测量。物理量的测量，大多数是间接测量，但直接测量是一切测量的基础。

一个被测物理量，除了用数值和单位来表征它外，还有一个很重要的表征它的参数，这便是对测量结果可靠性的定量估计。这个重要参数却往往容易为人们所忽视。设想如果得到一个测量结果的可靠性几乎为零，那么这种测量结果还有什么价值呢？因此，从表征被测量这个意义上来说，对测量结果可靠性的定量估计与其数值和单位至少具有同等的重要意义，三者缺一不可。

二、误差

1. 绝对误差

在一定条件下，某一物理量所具有的客观大小称为真值。测量的目的就是力图得到真值。但由于受测量方法、测量仪器、测量条件以及观测者水平等多种因素的限制，测量结果与真值之间总有一定的差异，即总存在测量误差。设测量值为 N ，相应的真值为 N_0 ，测量值与真值之差为 ΔN ，则

$$\Delta N = N - N_0$$

称为测量误差，又称为绝对误差，简称误差。

误差存在于一切测量之中，测量与误差形影不离，分析测量过程中产生的误差，将影响降低到最低程度，并对测量结果中未能消除的误差做出估计，是实验测量中不可缺少的一项重要工作。

2. 相对误差

绝对误差与真值之比的百分数叫做相对误差，用 E 表示。

$$E = \frac{\Delta N}{N_0} \times 100\%$$