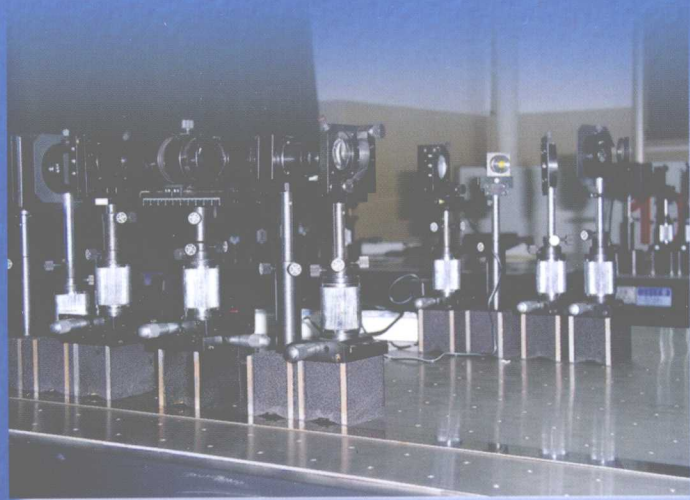


新编大学物理实验

XINBIAN DAXUE WULI SHIYAN

主 编 赵青生
副主编 汪 洪 夏传鸿 朱克印



安徽大学出版社

新编大学物理实验

主 编 赵青生

副主编 汪 洪 夏传鸿 朱克印

安徽大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编大学物理实验/赵青生主编. —合肥:安徽大学出版社,2008.12

ISBN 978-7-81110-524-7

I. 新... II. 赵... III. 物理学—实验—高等学校—教材
IV. 04-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 202494 号

新编大学物理实验

主 编 赵青生

副主编 汪 洪 夏传鸿 朱克印

出版发行 安徽大学出版社
(合肥市肥西路3号 邮编 230039)
联系电话 编辑室 0551-5108458
发行部 0551-5107716
责任编辑 徐 建
封面设计 孟献辉

经 销 新华书店
印 刷 合肥现代印务有限公司
开 本 787×1092 1/16
印 张 21
字 数 460 千
版 次 2009年1月第1版
印 次 2009年1月第1次印刷

ISBN 978-7-81110-524-7

定价 29.50 元

如有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

第四版前言

本书是安徽大学、合肥学院和解放军炮兵学院合作编写的《大学物理实验》的第四版,《大学物理实验》第一版于1993年出版,前后历经三次修订,至今已经使用了15年。在此期间,随着科学技术的进步和教育改革的发展,参加编写的各个院校的大学物理实验课程无论是在教学体系、教学方法、实验技术,还是在仪器设备等方面都发生了很大变化。为了适应新的教学要求和条件,体现近年来教学改革的成果,我们再次重新修订了这本实验教材。

本书的实验内容是按分层次教学的需要编排的。第一章为实验数据处理的基础知识,这部分内容可根据实际情况选用。第二章介绍了大学物理实验中常用的一些仪器设备,由于同一类仪器的型号和规格很多,不可能一一列举,这些仪器可作为参考。关于实验内容,本书按照三个教学层次编写:第一层次为入门实验,即第四章的预备实验。考虑到我国高中物理教学的现状和不同地区学校的差异,这一层次所选的实验题目主要是为学生学习大学物理实验课程做一些知识的准备,为高中和大学之间做一个衔接。第二层次为第五章的基础实验和第六章的基本技术实验,这一章所选的实验题目为大学物理基本训练实验,包括力、热、电、光等不同学科分支的内容。通过这些实验让学生学习基本物理实验方法和测量技术,熟悉基本物理实验仪器的工作原理和使用方法,学习实验数据处理和分析的基本方法。第三层次为提高实验,包括第七章的设计性实验的训练和第八章的近代物理、综合性与应用性实验,通过该层次实验的学习,锻炼学生对物理实验知识的综合运用能力和独立工作的能力。设计性实验是近几年在教学实践中曾经尝试过的题目,在这些实验题目中一般没有给出具体的实验原理和方法,只是提出了一些实验的要求。由于实验方案不同,所用仪器也会不同,所以题目中只给出了一些参考仪器。通过设计实验的训练,使学生体验查阅资料、设计实验方案、搭建实验设备、解决实验中出现的問題,以及分析实验结果等全过程,在整个实验过程中锻炼学生分析和解决实际物理问题的能力,提高学生的科学素养。

演示物理实验对学生观察物理现象,增加感性知识,提高学习兴趣;对培养学生分析问题及解决问题的能力等方面无疑具有重要的作用。尤其是开放

性演示物理实验可以让学生自己动手观察实验,思考问题,在培养学生综合应用的动手能力和开拓创新的精神等方面显示出其独特的魅力。为适应开放实验的需要,增加了第三章演示实验单元。

本次修订版主要供非物理专业的理、工科学生使用,旨在通过学习本课程后使学生能比较系统地掌握进行科学实验的基本知识、学会进行科学实验的基本方法、提高进行科学实验的基本技能,培养学生独立操作、独立思考、独立处理问题的能力。

本次修订版由安徽大学和合肥学院赵青生、汪洪、朱克印和夏传鸿组织编写和统稿,参加本次修订编写工作有杨杰、谌正良、王栋、徐琳和王向川等。吕卫星、马书炳、赵学民、戴玮、阚涛、张勇胜等老师对前三版的编写和修订作出了很大贡献,在此表示衷心感谢。

本教材出版前后历经了15年的思考、改革、实践和奋斗的历程,15年在历史的长河中只是眨眼就过的瞬间,但是在人生的历程中,15年却是一段漫长的、值得回忆的历程。我们为大学物理实验课程的改革努力工作了15年,谨以此书答谢长期支持我们工作的易佑民教授和娄明连教授,答谢参加编写工作的各个学校的领导和全体同事。

实验教学是一件集体的事业,无论是实验教材的编写,还是实验的开设和准备都凝聚着全体任课教师和实验技术人员的智慧和劳动成果。在本次修订过程中,征求了校内外许多具有丰富教学经验的实验指导教师意见,参考并吸收了兄弟院校的有关教材和经验,甚至引用了某些内容,在此深表谢意。我们渴望减少书中的不妥和错误,但是愿望与现实总是有差距,书中定有许多不当之处,恳请读者指正。

目 录

第四版前言	1
绪 论	1
1. 物理量的测量、测量误差和数据处理	7
1.1 测量与误差	7
1.2 误差的处理	11
1.3 直接测量结果的表示和总不确定度的评定	15
1.4 间接测量的结果及不确定度的评定	19
1.5 常用仪器的仪器误差(限)	22
1.6 数据处理的基本方法	23
2. 物理实验的基础知识	36
2.1 物理实验的基本仪器	36
2.2 物理实验的基本测量方法	61
2.3 物理实验中的基本调整与操作技术	64
3. 演示实验	67
实验 1 力、热学演示实验	67
实习 1 椎体上滚	67
实习 2 弹性碰撞球	67
实习 3 直升飞机的角动量守恒	68
实习 4 驻波共振	69
实习 5 用示波器演示拍	70
实习 6 伽尔顿板	71

2 新编大学物理实验

实习 7 记忆合金水车	71
实习 8 多功能声学演示仪	72
实习 9 飞机升力	73
实验 2 电磁学演示实验	73
实习 1 电磁感应	73
实习 2 磁悬浮实验仪	75
实习 3 静电风轮	76
实习 4 避雷针放电原理	76
实习 5 手触式电池	77
实习 6 雅格布天梯	78
实习 7 电磁炮	78
实习 8 亥姆霍兹线圈	79
实验 3 光学演示实验	80
实习 1 普氏摆	80
实习 2 玻璃堆起偏	81
实习 3 旋光色散	82
实习 4 偏振光干涉演示仪	83
实习 5 光栅栅视镜系统	84
实习 6 三基色	85
实习 7 海市蜃景演示仪	85
实习 8 台式皂膜	86
实习 9 光学分形	87
实验 4 综合演示实验	87
实习 1 错觉画	87
实习 2 红绿立体图	88
实习 3 光栅变换画	89
实习 4 3D 立体影像演示仪	89
实习 5 太阳能利用——神舟号飞船模型	90
实习 6 能量转换轮	90
实习 7 傅科摆	91
实习 8 普列克斯地球	92
实习 9 混沌摆	92
实习 10 激光监听	92

4. 预备实验

实验 5 长度的测量	94
------------------	----

实验 6	物体密度的测定	95
实验 7	气垫技术	97
实验 8	单摆实验	101
实验 9	测定冰的溶解热	103
实验 10	电阻元件伏安特性的测定	106
实验 11	数字万用电表的使用	109
实验 12	光路调整与薄透镜焦距的测定	113
5. 基础实验		118
实验 13	用拉伸法测量金属的杨氏模量	118
实验 14	转动惯量的测量	122
实习 1	三线摆	122
实习 2	扭摆法测定物体的转动惯量	125
实验 15	液体粘滞系数的测定	128
实验 16	模拟静电场	132
实验 17	直流电桥测电阻	134
实习 1	用惠斯通电桥测量中值电阻	135
实习 2	用双臂电桥测量低电阻	139
实验 18	补偿原理与电位差计	144
实验 19	示波器的使用	148
实验 20	分光计的调整及棱镜折射率的测定	156
实习 1	分光计的调整与三棱镜顶角的测定	156
实习 2	棱镜折射率的测定	162
6. 基本技术实验		165
实验 21	声速的测量	165
实验 22	用稳态法测量不良导体的导热系数	169
实验 23	冷却法测量金属的比热容	173
实验 24	空气比热容比的测定	175
实验 25	铁磁材料磁化曲线和磁滞回线测绘	178
实验 26	霍尔效应	184
实习 1	霍尔效应测量通电螺线管内部磁场	184
实习 2	霍尔效应及应用	189
实验 27	用电磁感应法测交变磁场	193

实验 28	RLC 串联电路的暂态过程	197
实验 29	阿贝折射仪	202
实验 30	光的干涉现象应用——牛顿环、劈尖	207
实验 31	迈克耳逊干涉仪的调整与使用	213
实验 32	衍射光栅	219
实验 33	单缝衍射的光强分布及微小长度的测量	222
实验 34	偏振光的观察与应用	226
实习 1	偏振光的观察与分析	226
实习 2	小型旋光仪的使用	229
7.	设计性实验的训练	234
实验 35	金属线胀系数的测量	234
实验 36	用补偿法测量电流、电压和电阻	235
实验 37	直流电路设计性实验	238
实验 38	电学实验设计	239
实验 39	非平衡电桥与电阻温度计	240
实验 40	组装望远镜和显微镜	241
实验 41	金属细丝直径的测量	241
实验 42	透明薄片厚度测量	242
8.	近代物理与综合性、应用性实验	243
实验 43	波尔共振实验	243
实验 44	热敏电阻温度特性的测量	249
实验 45	集成电路温度传感器的特性测量及应用	251
实验 46	用超声光栅测定液体中的声速	252
实验 47	法布里—珀罗干涉仪	256
实验 48	用迈克耳逊干涉仪测空气折射率	259
实验 49	全息照相	262
实习 1	激光再现全息照相	262
实习 2	白光再现全息照相	267
实验 50	数码照相与图像处理	270
实验 51	液晶电光效应	274
实验 52	音频信号光纤通信原理	280
实验 53	用光学多通道分析器(OMA)研究氢原子光谱	286

实验 54	阿贝成像原理与空间滤波	291
实验 55	密立根油滴实验	295
实验 56	夫兰克·赫兹实验	300
实验 57	光电效应测定普郎克常数	306
实验 58	计算机虚拟实验	311
实习 1	灵敏电流计的特性研究	311
实习 2	分光计实验	315
附 表	320
附录 A	基本物理常数表	320
附录 B	国际单位制简介	323
主要参考文献	324

绪 论

大学阶段物理实验课程的学习,不同于中学阶段的实验课。因为中学里的物理实验主要是为了扩大视野、丰富感性知识和增加动手机会,进而帮助同学了解和巩固课堂上所教的理论知识,它仅是物理课程教学的一个附属教学环节。但是,在大学阶段开设的物理实验课程是独立与“大学物理”之外,对学生进行科学实验基本训练的一门独立的必修基础实验课程,单独记分,是学生在高等学校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,都起着重要的作用;同时,它也将为学生今后的学习、工作奠定良好的实验基础。

1. 大学物理实验课程的基本要求

怎样才能通过物理实验课教学使学生掌握物理实验的基本功,达到培养高素质创新人才的目的呢?概括起来,应通过物理实验课程达到以下三个基本要求:

1. 在物理实验的基本知识、基本方法、基本技能方面(“三基”)得到严格而系统的训练,这是做好物理实验的基础。

基本知识包括实验的原理、各类仪器的结构与工作机理、实验的误差分析与不确定度评定、实验结果的表述方法、如何对实验结果进行分析与判断等。

基本方法包括如何根据实验目的确定实验的思路与方案、如何选择和正确使用仪器、如何减少各类误差、如何采用一些特殊方法来获得通常难以获得的结果等。

基本技能包括各种调节与测试技术(粗调、微调、准直、调零、读数、定标……)、电工技术(识别元件、焊接、排除故障、安全用电……)、电子技术(微电流检测、弱信号放大……)、传感器技术(力传感器、位移传感器、温度传感器、磁传感器、光传感器……),以及查阅文献的能力、自学能力、协作共事的能力、总结归纳能力等。

这种三基训练有时可能会比较枯燥,却是完全必要的,它体现了最基本的实际动手能力,因而必须首先保证这一要求的实现。没有这种严格的基本训练,很难成为高素质的人才。

2. 学习用实验方法研究物理现象、验证物理规律,加深对物理理论的理解和掌握,并在实践中提高发现问题、分析问题和解决问题的能力。

研究物理现象和验证物理规律是进行物理实验的根本目的,在学习“三基”的过程中要有意识地学习这种能力。一般的“验证性实验”虽然是教师安排好的,但学生应仔细体会其中的奥妙所在,不应只按所规定的步骤操作、记数据、得结果就算完成。要多问几个为什么,想一想不按所规定的步骤去做会有什么问题,或者能否想出别的方法来达到同样的目的。在一定的条件下,经老师同意,也可以做自己设计的实验。

在实验中往往会遇到一些意想不到的问题。这些问题虽然可能不是实验研究的主要对象,但也不应轻易放过,这常常是提高分析问题、解决问题能力的好机会,要注意观察、及时记录,认真分析,有必要时可以进行深入研究。实际上,科学史上不少重要发现都是在意想不到的情况下“偶然”出现的。

3. 养成实事求是的科学态度和积极创新的科学精神

这是在整个教学过程中都要贯彻的要求,而在物理实验教学中是特别重要的。在物理实验课中最能培养实事求是、严谨踏实的科学态度,任何弄虚作假、篡改甚至伪造数据的行为都是绝对不能允许的,也是比较容易发现的。在物理实验课中,规定了记录数据不准用铅笔,不能用涂改液,误记或错记数据的更改要写明理由并经指导教师认可等,都是为了帮助学生养成实事求是的良好习惯。实际上,实验结果是什么就是什么,没有“好”、“坏”之分,与原来预想不一致的实验结果不仅不应随便舍弃,还应特别重视,它可能是某个新发现的开端。只要认真去做实验,一定会发现许多问题,其中有些问题是教师也未必能解决的。所以,实验室应当而且可以成为培养学生求实态度和创新精神的最好场所。

2. 大学物理实验课的基本教学环节

物理实验是学生在教师指导下独立进行实验的一种实践活动,实验课的教学安排不可能像书本教学那样使所有的学生按照同样的内容以同一进度进行,教学方式主要是学生自己动手,完成实验内容规定的任务去学习,教师只是在关键的地方给予提示和指导,因此学习物理实验就要求同学们花比较大的功夫,有较强的独立工作能力。学好物理实验课的关键,在于把握住下列三个基本教学环节:

(1) 实验前的预习。

实验教材是进行实验的指导书。它对每个实验的目的与要求、实验原理都作了明确的阐述。因此,在上实验课前都要认真阅读,必要时还应阅读有关参考资料。基本弄懂实验所用的原理和方法,并学会从中整理出主要实验条件、实验中的关键问题及实验注意事项,根据实验任务在实验数据记录本上画出记录数据的表格。有些实验还要求学生课前自拟实验方案,自己设计线路图或光路图,自拟数据表格等。对于所涉及的测量仪器,在预习时可阅读教材中有关对仪器的介绍,了解其构造原理、工作条件和操作规程等。一些实验有供预习的CAI软件,学生可以从计算机上更清晰地看到实验概况及原理、仪器设备等;一些实验还没有预习的CAI软件,学生最好在规定时间内去实验室观察实物,并在此基础上写好预习报告,回答预习思考题。预习报告内容主要包括以下几个方面:①实验名称;②实验目的;③原理摘要:包括主要原理公式、列出有关测量的条件和将要被验证的规律。其中要明确哪些物理量是直接测量量,哪些物理量是间接测量量,用什么方法和测量仪器等;④主要仪器设备;⑤在实验记录本上列出数据记录表格;⑥回答预习思考题。总之,课前预习的好坏是本次实验中能否取得主动的关键。

上课时,指导教师将检查学生的预习情况,对于没有预习和未完成预习报告的学生,指导教师有权停止该生本次实验。

(2) 实验中的操作。

实验室与教室的最大区别就是实验室中有大量的仪器设备和实验材料,在不同的实验室中,还分别有大功率电源、自来水源、煤气、压缩空气以及放射性物质、激光、易燃易爆物品或其他有毒、有害物品等。因此,进入实验室前必须详细了解并严格遵守实验室的各项规章制度,这些规章制度是为保护人身安全和仪器设备安全而规定的,违反了就可能酿成事故。这是必须首先牢记的。

实验操作是实验的主要内容。实验时应仔细阅读有关仪器使用的注意事项或仪器说明书;在教师指导下正确使用仪器,注意爱护,稳拿妥放,防止损坏。对于电磁学实验,必须由指导教师检查电路的连接正确无误后,方可接通电源进行实验。对于严重违反实验室规则者,指导教师应停止其实验,并按有关规定处理。

学生进入实验室后应遵守实验室规则,按照一个科学工作者那样要求自己。井井有条地布置仪器,安全操作,注意细心观察实验现象,认真钻研和探索实验中的问题。不要期望实验工作会一帆风顺,在实验中遇到问题时,应该看做学习的良机,冷静地分析和处理它。仪器发生故障时,也要在教师的指导下学习排除故障的方法。总之,要将重点放在实验能力的培养上,而不是简单测出几个数据就以为完成了任务。

做好实验记录是科学实验的一项基本功。在观察、测量时,要做到正确读数,实事求是地记录客观现象和数据。在编好页码的实验记录本上,写明实验名称、实验日期、同组人,必要时还要注明天气、室温、大气压、温度等环境条件。接着要记下实验所用仪器装置的名称、型号、规格、编号和性能等情况,以便以后需要时可以用来重复测量和利用仪器的准确度计算实验结果的误差,切勿将数据随意记录在草稿纸上,不可事后凭回忆“追忆”数据,更不可为拼凑数据而将实验记录做随心所欲的涂改。对实验数据要严肃对待,要用钢笔和圆珠笔记录原始数据,如果确实记错了,也不要涂改,应轻轻划上一道,在旁边写上正确值(错误多的,需重新记录),使正误数据都能清晰可辨,以供在分析测量结果和误差时参考。不要用铅笔记原始数据,给自己留有涂抹的余地,也不要先记录在另外的纸上再誊写在数据表格里,这样容易出错,况且,这已经不是“原始记录”了。

要逐步学会分析实验,排除实验中出现的各种较简单的故障。实验最后一般总会有数据结果,这些数据是否正确靠什么去判断,数据的好坏又说明什么,实验结果是否正确,这些问题主要是靠分析实验本身来判断,即必须分析实验方法是否正确,它带来多大误差,仪器带来多大的误差,实验环境有多大的影响等等。实验后的讨论是发挥同学们才智,提高学生分析问题和解决问题的能力之重要环节,应努力去做。但要注意,不要空发议论,应力求定量地分析问题,做到言之有据。往往有些同学,当实验数据和理论计算一致时,就会心满意足,简单地认为已经学好了这次实验;而一旦数据和计算差别较大,又会感到失望,抱怨仪器装置甚至拼凑数据,这两种态度都是实验教学和一切实验研究活动所不可取的。实际上,任何理论公式都是一定的理论上的抽象和简单化,而客观现实和实验所处的环境条件要复杂得多,实验结果必然带来和理论公式的差异,问题在于差异的大小是否合理。所以不论数据好坏,都应逐步学会分析实验,找出成败的原因。

误差与数据处理知识是物理实验的特殊语言。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、实验是验证还是没有验证理论等,都不能凭感觉,而必须用实验

数据和实验误差来下断言。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。

希望同学们注意纠正自己的不良习惯,从一开始就不断培养良好的科学作风。实验结束,要把测得的数据交给指导老师审阅签字,对不合理的或者错误的实验结果,经分析后还要补做或重做。离开实验室前要整理好使用过的仪器,做好清洁工作。

(3) 实验后的报告。

实验报告可以在预习报告的基础上继续写,也可以重写一份。

对于实验报告,有些同学往往只重视数据处理和得出实验结果,对于实验的记录以及原理、步骤等的撰写很不重视,这是很不对的。实验报告的撰写是培养实验研究人才的重要环节。

从事实验研究工作一般都需要有一个实验研究的记录本,用以记录实验中发生的各种现象和数据,这是科学研究的宝贵资料,一般将长期保存在实验室中。为了养成良好的完整记录的习惯,从而学会从事实验研究工作的基本功,在实验报告中,要求详细记录实验条件、实验仪器、实验环境、实验现象和测量数据。

研究工作取得的成果,一般都要写成论文形式发表。为了训练这种对实验成果的文字表达能力,在实验报告中,要求用自己的语言简要地写明实验目的、原理和步骤并进行适当的讨论。

实验后要对实验数据及时进行处理。如果原始记录删改较多,应加以整理,对重要的数据要重新列表。数据处理过程包括计算、作图、误差分析等。计算要有计算式(或计算举例),代入的数据都要有根据,便于别人看懂,也便于自己检查。作图要按照作图规则,图线要规矩、美观。数据处理后应给出实验结果。最后要求撰写出一份简洁、明了、工整、有见解的实验报告。

写实验报告的目的是为了培养和训练学生书面形式总结工作或报告科学成果的能力。报告是实验成果的文字报告,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。报告应予以同行以清晰的思路、见解和新的启迪才算得上一份成功的报告。这是每一个大学生必须具备的报告工作成果的能力。一般应写在专用的实验报告纸上,下次实验时交给指导教师批阅。实验报告的内容一般应包括:

① 实验名称。

② 实验目的。

③ 实验原理。应该在对原理解的基础上用自己的语言简要叙述,要求做到简明扼要,图(光路图、电路图或实验装置示意图)文并茂,并列测量和计算所依据的主要公式,注明公式中各量的物理含义及单位,公式成立所应满足的实验条件等。

④ 实验内容。概括性地写出实验进行的主要过程和安全注意要点。设计型实验应该写出关键性的步骤和注意事项。

⑤ 数据表格与数据处理。记录中应该有主要实验仪器编号、规格及完整的实验数据,一般要求以列表形式来反映完整而清晰的原始测量数据。要求写出数据处理的主要过程、曲线图的绘制及误差分析等。在计算处理完成以后,必须以醒目的方式完整地表示出实验结果。

⑥小结或讨论。一般讨论内容不受限制,可以是对观察到的实验现象进行分析、对结果和误差原因进行分析。对实验方案及其改进意见进行讨论评述,还可以谈谈做本实验的体会和对教师或教材的批评及建议等。这是实验报告中最开放、最灵活的部分,重在说理,所以能反映实验者观察和分析能力的高低。

报告无疑应该按照自己的思路来写,特别受赞赏的是自身体会的经验之谈。

3. 如何学好大学物理实验课

大学物理实验是一门实践性课程,学生是在自己独立工作的过程中增长知识,提高能力。因而上述教学目的能否达到,在很大程度上取决于学生自己的努力。鉴于我国目前中学阶段对学生实验的训练普遍比较薄弱的现状,在大学阶段想学好物理实验课程,不仅要多花力气、下苦工夫,还应当特别注意改进自己的学习方法:

(1)要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在实际工作中既会经常用到,也是复杂的方法和技术的基础。学习时不但要搞清它们的基本道理,还应该逐步地熟悉和记牢它们,并能运用这些方法和技术设计一些简单的实验。任何一种实验方法和测量技术都有着它应用的条件、优缺点和局限性,只有亲自做了一定数量的实验后,才会对这些条件、优缺点和局限性有切身的体会。

(2)要有意识地培养良好的实验习惯。

在开始做实验之前,应当先认真阅读实验教材和有关仪器资料,这样你才有可能对将要做实验的工作有具体而清楚的了解;而当你完成一个实验的同时,一定要有一份完整而真实的实验记录,这样,你才有可能在需要时随时查阅这些记录,从而在处理数据、分析结果时,有足够的的第一手资料,才能帮助你正确地去理解你到底在做什么实验。在实验过程中,凡有必要,应重复测量若干次,多测读几次,一般总要比只读一次为好(至少能确保不读错!)。要注意记录实验的环境条件(如室温、气压、温度、仪表名称、规格、量程和精度等),注意实验仪器在安置和使用上的要求和特点,有时甚至还要注意纠正自己不正确的操作习惯和姿势。良好的习惯需要经过很多次实验后的总结、反思和回顾以后才能形成;而良好的实验习惯,对保证实验的正常进行,确保实验中的安全,防止差错的发生,都有很好的作用。如果就单个实验习惯而言,由于比较易于理解,又不难掌握,反而容易被初学者所忽视。无数实践证明,良好习惯的养成,只有在实验的过程有意识地去锻炼自己才行。

在具体的实验课题中,有些实验的完成需与其他同学的合作,与他们共同讨论、分析实验的结果,将会使你获得比你独自分析有着更多的收益;有时,你在做实验时,如果受时间或条件的限制,仅来得及完成实验任务的二分之一或更少,但只要坚持认真去做,也将比仓促而马虎地赶完全部实验任务获益更多。

(3)要注意养成善于分析的习惯。

实验中要善于捕捉和分析实验现象,力争独立地排除实验中各种可能出现的故障,并锻炼自己自主发现问题、分析问题和解决问题的能力。如:实验数据是否合理、正确,靠什

么去判断,数据的“好”或“坏”又说明了什么,实验结果的可靠性和正确性如何,这些问题的解决,主要依靠分析实验的本身和实验的过程去判断;换言之,就是实验方法是否正确、合理,它可能引入多大的误差,实验一共又会带来多少误差,实验环境、条件的影响又将如何等。

为了帮助初学者克服实验经验少、还没有掌握一整套分析实验的方法等实际情况,作为大学基础教学实验的物理实验室往往在实验教材中安排少数已有十分确切理论结论的实验课题,使初学者便于联系和判断实验结果的正确性。但千万不要误认为做实验的目的就是为了得到一个标准的实验结果。不论实验结果或数据的好坏,都应养成分析的习惯。当然也不要贸然下结论。首先要检查自己的操作和读数,注意实验装置和环境条件。若操作和读数经检查正确无误,那么毛病可能出现在仪器和装置本身。小的故障、小的毛病实验者应力求自己动手去排除,起码也应留意教师或实验室工作人员是怎么着手解决的;仪器失灵,也要学习教师如何去判定仪器失灵或故障所在,怎样修复。在此还应着重指出,能否发现仪器装置的故障,并能及时迅速修复,这也是一个人实验能力强弱的重要表现,初学者应要求自己逐步提高这方面的能力。

(4)要掌握好每个实验的重点。

每个实验中都有较多的内容,首先应完成基本内容,这既是基础,也是重点。所以必须注意实验的目的,这样可以提高学习效率。完成基本内容后,如果时间许可,可以根据自己的具体实际情况,尝试去分析以下实验可能存在的一些问题,如使用仪器的精度、可靠性、实验条件是否已被满足,怎样给予证实,或进一步提出改进实验的建议,试做一些新的实验内容等。当然,不应简单地重复。

总之,物理实验课有着自己的特点和规律,要学好这门课不是一件容易的事情。希望同学们在学习过程中不断提高对它的兴趣。

1. 物理量的测量、测量误差和数据处理

物理实验是以测量为基础的。研究物理现象、了解物质特性、验证物理原理都需要进行测量。实践证明,任何测量结果都具有误差,误差自始至终存在于一切科学实验和测量的过程之中。这是由于任何测量器具、测量环境、测量人员及测量方法等都不能做到绝对严密,这就使得测量不可避免地伴随有误差产生。因此分析测量中可能产生的各种误差,尽可能消除其影响,并对测量结果中未能消除的误差作出估计,就是物理实验和许多科学实验中必不可少的工作。为此,我们必须了解误差的概念、特性、产生的原因和估计方法等有关知识。

本章主要是自学材料,介绍了物理量的测量、测量误差理论、实验数据处理、实验结果的表示和实验设计等方面的初步知识,作为进入实验前的基础准备。这些知识不仅在每一个物理实验都要用到,而且是今后从事科学实验工作必须了解和掌握的。由于这部分内容牵涉面较广,新概念又多,深入地讨论它们,已超出了本课程的范围。因此,我们只能注重介绍一些基本概念,引用一些结论和公式,以满足本课程的教学需要。由于同学们还不具备足够的基础知识,学习这一部分内容时会觉得有些困难,再加上内容又比较多,所以不可能通过一两次学习即可掌握。这一部分内容非常重要,要求同学们在认真阅读教材基础上,对提到的问题有一个初步的了解,以后结合每一个具体实验再细读有关的段落,通过运用加以掌握。应当说明的是,对这些内容的深入讨论是普通计量学和数理统计学的任务。我们暂时只能引用它们的某些现成结论和计算公式。详细探讨和证明留待在数理统计课中学习。

1.1 测量与误差

1.1.1 测量和单位

1.1.1.1 物理量

一切描述物质状态与物质运动的量都是物理量。这些量都只有通过测量才能确定其量值。所谓测量,就是将确定的待测物理量直接或间接地与取作标准的单位同类物理量进行比较,得到比值的过程,称为“测量”。这个比值就是待测物理量的数值,加上相应的单位就构成了一个完整的“物理量”。

在人类历史上的不同时期、不同国家,乃至不同地区,同一物理量有着许多不同的计量单位。如长度单位就分别有码、英尺、市尺和米等。为了便于国际贸易及科技文化的交