卓越工程技术人才培养特色教材

DAXUE WULI SHIYAN

大学物理实验

主　编　张建兵　朱　娴　李宝平

江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验/张建兵，朱娴，李宝平主编. —镇江：江苏大学出版社，2012.12
ISBN 978-7-81130-411-4

Ⅰ.①大… Ⅱ.①张… ②朱… ③李… 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(2012)第 285571 号

大学物理实验

主　　编/张建兵　朱　娴　李宝平
责任编辑/李菊萍
出版发行/江苏大学出版社
地　　址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编：212003)
电　　话/0511-84446464(传真)
网　　址/http://press.ujs.edu.cn
排　　版/镇江文苑制版印刷有限责任公司
印　　刷/扬中市印刷有限公司
经　　销/江苏省新华书店
开　　本/787 mm×1 092 mm　1/16
印　　张/12.5
字　　数/312 千字
版　　次/2013 年 1 月第 1 版　2013 年 1 月第 1 次印刷
书　　号/ISBN 978-7-81130-411-4
定　　价/29.00 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话：0511-84440882)

江苏省卓越工程技术人才培养特色教材建设

指导委员会

主任委员： 丁晓昌　（江苏省教育厅副厅长）

副主任委员： 史国栋　（常州大学党委书记）

孙玉坤　（南京工程学院院长）

田立新　（南京师范大学副校长）

梅　强　（江苏大学副校长）

徐子敏　（江苏省教育厅高教处处长）

王　恬　（南京农业大学教务处处长）

委　　员：（按姓氏笔画为序）

丁晓昌　马　铸　王　兵　王　恬

方海林　田立新　史国栋　冯年华

朱开永　朱林生　孙玉坤　孙红军

孙秀华　芮月英　李江蛟　吴建华

吴晓琳　沐仁旺　张仲谋　张国昌

张明燕　陆雄华　陈小兵　陈仁平

邵　进　施盛威　耿焕同　徐子敏

徐百友　徐薇薇　梅　强　董梅芳

傅菊芬　舒小平　路正南

序

深化高等工程教育改革、提高工程技术人才培养质量，是增强自主创新能力、促进经济转型升级、全面提升地区竞争力的迫切要求。近年来，江苏高等工程教育飞速发展，全省46所普通本科院校中开设工学专业的学校有45所，工学专业在校生约占全省普通本科院校在校生总数的40%，为“十一五”末江苏成功跻身全国第一工业大省做出了积极贡献。

“十二五”时期是江苏加快经济转型升级、发展创新型经济、全面建设更高水平小康社会的关键阶段。教育部“卓越工程师教育培养计划”启动实施以来，江苏认真贯彻教育部文件精神，结合地方高等教育实际，着力优化高等工程教育体系，深化高等工程教学改革，努力培养造就一大批创新能力强、适应江苏社会经济发展需要的卓越工程技术后备人才。

教材建设是人才培养的基础工作和重要抓手。培养高素质的工程技术人才，需要遵循工程技术教育规律，建设一套理念先进、针对性强、富有特色的优秀教材。随着知识社会和信息时代的到来，知识综合、学科交叉趋势增强，教学的开放性与多样性更加突出，加之图书出版行业体制机制也发生了深刻变化，迫切需要教育行政部门、高等学校、行业企业、出版部门和社会各界通力合作，协同作战，在新一轮高等工程教育改革发展中抢占制高点。

2010年以来，江苏大学出版社积极开展市场分析和行业调研，先后多次组织全省相关高校专家、企业代表就应用型本科人才培养和教材建设工作进行深入研讨。经各方充分协商，拟定了“江苏省卓越工程技术人才培养特色教材”开发建设的实施意见，明确了教材开发总体思路，确立了编写原则：

一是注重定位准确，科学区分。教材应符合相应高等工程教育的办学定位和人才培养目标，恰当把握研究型工程人才、设计型工程

人才及技能型工程人才的区分度，增强教材的针对性。

二是注重理念先进，贴近业界。吸收先进的学术研究与技术成果，适应经济转型升级需求，适应社会用人单位管理、技术革新的需要，具有较强的领先性。

三是注重三位一体，能力为重。紧扣人才培养的知识、能力、素质要求，着力培养学生的工程职业道德和人文科学素养、创新意识和工程实践能力、国际视野和沟通协作能力。

四是注重应用为本，强化实践。充分体现用人单位对教学内容、教学实践设计、工艺流程的要求以及对人才综合素质的要求，着力解决以往教材中应用性缺失、实践环节薄弱、与用人单位要求脱节等问题，将学生创新教育、创业实践与社会需求充分衔接起来。

五是注重紧扣主线，整体优化。把培养学生工程技术能力作为主线，系统考虑、整体构建教材体系和特色，包括合理设置课件、习题库、实践课题以及在教学、实践环节中合理设置基础、拓展、复合应用之间的比例结构等。

该套教材组建了阵容强大的编写专家及审稿专家队伍，汇集了国家教学指导委员会委员、学科带头人、教学一线名师、人力资源专家、大型企业高级工程师等。编写和审稿队伍主要由长期从事教育教学改革实践工作的资深教师、对工程技术人才培养研究颇有建树的教育管理专家组成。在编写、审定教材时，他们紧扣指导思想和编写原则，深入探讨、科学创新、严谨细致、字斟句酌，倾注了大量的心血，为教材质量提供了重要保障。

该套教材在课程设置上基本涵盖了卓越工程技术人才培养所涉及的有关专业的公共基础课、专业公共课、专业课、专业特色课等；在编写出版上采取突出重点、以点带面、有序推进的策略，成熟一本出版一本。希望大家在教材的编写和使用过程中，积极提出意见和建议，集思广益，不断改进，以期经过不懈努力，形成一套参与度与认可度高、覆盖面广、特色鲜明、有强大生命力的优秀教材。

江苏省教育厅副厅长 丁晓昌

2012 年 8 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

前　言

大学物理实验是理工科院校大学生必修的一门重要基础实验课程，是学生接受系统实验技能训练的开端，对于培养和提高学生的科学素养和实践动手能力具有重要的作用. 随着南京航空航天大学金城学院教学实验中心的建设与发展，大学物理实验室已经初具规模，目前可以开展包括“基础性实验”、“综合性实验”和“设计性实验”等二十多项实验. 在物理实验教学初期，主要采用母体学校南京航空航天大学刘小廷老师主编的《大学物理实验》及部分补充实验教材，但随着实验项目的不断增多，很多实验仪器与所用教材内容不匹配的问题，给实验教学带来诸多不便. 因此，金城学院大学物理实验室从 2009 年开始使用大学物理实验自编讲义，经过 3 年的教学实践，自编讲义得到不断的修订，已经取得了良好的教学效果.

在 2012 年江苏省教育厅贯彻《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》之际，我们决定出版一本正式的教材，以适应学校提出的“培养具有创新性高级应用人才”发展的需要. 此教材的编写凝聚了多位教师的智慧和劳动，是近年来物理实验室教学改革成果的体现.

本书共 4 章，是结合实际授课情况以及仪器配套说明后编写的. 由南京航空航天大学金城学院物理实验室张建兵、朱娴、李宝平 3 位老师负责. 其中，张建兵编写了第 1 章、第 3 章，以及第 4 章中的实验 4.8，4.12，4.13，4.17，4.18，4.19，4.20；朱娴编写了第 4 章中的实验 4.1，4.2，4.6，4.10，4.14，4.16，4.21，4.22；李宝平编写了第 2 章和第 4 章中的实验 4.3，4.4，4.5，4.7，4.9，4.11，4.15.

在编写的过程中，周秋峰、王文涛两位老师付出了艰辛的劳动，南京航空航天大学具有丰富实验教学经验的老师审阅了书稿，并提出了许多宝贵的意见和建议，在此，一并表示深深的谢意！同时，还要感谢一直关心和支持本套教材编写工作的南京航空航天大学金城学院实验中心的领导和同事们！

本套教材可供本科类高等院校各专业大学物理实验教学使用，也可作为物理实验类参考书. 限于编者水平有限，书中难免有错漏之处，在此诚挚希望读者批评指正.

编　者

2012 年 9 月

目　录

第 1 章　绪　论

1.1　物理实验在物理学发展史上的重要性 …… 001
1.2　物理实验课对于理工科学生的重要性 …… 003
1.3　大学物理实验课的任务 …… 003
1.4　大学物理实验课的基本要求 …… 004
1.5　怎样学好大学物理实验 …… 005
1.6　大学物理实验课程学生须知 …… 007

第 2 章　测量误差及数据处理

2.1　测量与误差 …… 008
2.2　随机误差的处理 …… 011
2.3　不确定度与测量结果不确定的表达 …… 013
2.4　有效数字及其运算法则 …… 018
2.5　实验数据处理基本方法 …… 021
习　题 …… 027

第 3 章　物理实验基本知识

3.1　物理实验的种类 …… 029
3.2　物理实验的基本测量方法 …… 030
3.3　物理实验中的基本调整与操作技术 …… 032
3.4　力学实验基本仪器 …… 034
3.5　电磁学实验基本仪器 …… 038
3.6　光学实验基本仪器 …… 043

第 4 章　实验项目

实验 4.1　固体密度的测定 …… 048
实验 4.2　薄透镜焦距的测定 …… 054

实验 4.3　电学仪器的基本使用——欧姆定律的验证及应用 …… 058
实验 4.4　示波器的使用 …… 063
实验 4.5　驻波实验(弦振动实验) …… 072
实验 4.6　液体表面张力系数的测定 …… 077
实验 4.7　用电位差计校准电流表 …… 080
实验 4.8　三线摆和圆环摆测物体转动惯量 …… 083
实验 4.9　空气比热容比的测量 …… 089
实验 4.10　用电桥测电阻 …… 092
实验 4.11　用霍尔传感器测量磁场 …… 096
实验 4.12　分光计调节及棱镜折射率的测量 …… 105
实验 4.13　光栅衍射 …… 113
实验 4.14　等厚干涉——牛顿环 …… 117
实验 4.15　太阳能电池的特性研究 …… 120
实验 4.16　密立根油滴实验 …… 127
实验 4.17　动态悬挂法测定工程材料的杨氏模量 …… 132
实验 4.18　激光全息照相实验 …… 137
实验 4.19　光的偏振现象的研究 …… 144
实验 4.20　音频信号光纤传输实验 …… 148
实验 4.21　半导体 PN 结的物理特性及弱电流测量 …… 157
实验 4.22　核磁共振 …… 164

附录　国际单位制与常用物理数据 …… 178

参考文献 …… 187

第1章 绪 论

物理学是研究物质世界最基本的结构、最普遍的相互作用、最一般的运动规律及所使用的实验手段和思维方法的自然科学.发展至今,物理学已成为自然科学中最基础的学科之一,是当代科学技术的前沿,它的发展与突破是人类征服自然界的新的里程碑.同时,物理学是建立在实验基础上的实验科学,物理实验教学和物理理论教学具有同等重要的地位.它们既有深刻的内在联系和配合,又有各自的任务和作用.无论是物理概念的建立还是物理规律的发现,都必须以严格的科学实验为基础,并通过科学实验来证实.

1.1 物理实验在物理学发展史上的重要性

物理学经历了积累和变革的交替发展过程,但不论在哪一个阶段,物理实验都起着重要的作用.16世纪,意大利物理学家伽利略首先把科学实验方法引入物理学研究中,从而使物理学走上真正的科学之路.在他设计的斜面实验中,有意识的忽略了空气阻力,以便抓住主要问题——改变斜面倾角(即变更实验条件),观测实验结果的变化.在此基础上,他还运用推理概括的方法,得出了超越实验本身的更为普遍的规律:物体在光滑水平面上的运动是等速直线运动;各种物体沿铅直方向自由下落均作加速直线运动,且具有相同的加速度.伽利略的这种丰富的实验思想和实验方法对当今的物理实验仍有重要的启示.17世纪,牛顿正是在伽利略、开普勒工作的基础上,建立了完整的经典力学理论.

电磁学研究的真正开创人是开文迪许和库仑,他们用自己试制的各种测量仪器对静电现象进行定量测量,在1785年总结出了电磁理论的基础——库仑定律.电与磁之间相互联系是奥斯特在1820年发现的,他在一次课堂教学中观察到通电导线会引起附近小磁针的偏转,这个实验轰动了整个欧洲.接着安培又设计研究了通电导线之间的相互作用,并在1822年建立了安培定律.既然电能产生磁,磁能否产生电呢?这是当时很多科学家的研究课题.其中,

法拉第进行了十年之久的实验研究，终于在 1831 年首次发现了电磁感应现象，总结出了电磁感应定律，并建立了场的概念. 麦克斯韦将电磁现象统一成完整的电磁场理论，且预言了电磁波的存在，并指出光也是一种电磁波，这是物理学史上一次重大的变革. 但这只是一种假说，问题的焦点又回到实验. 1878 年夏季在柏林大学任教的亥姆霍兹向他的学生们提出一个物理竞赛题，希望有人用实验来验证电磁波的存在. 这一实验课题终于由他的学生赫兹在 9 年之后完成了，这使电磁场理论的地位得以确立.

物理学中的任何理论都必须由实验来验证，正确的就会得到发展，错误的就会被摒弃. 例如，在对光的本性的认识中，牛顿倡导的微粒说和惠更斯主张的波动说进行了长期争论. 最后托马斯·杨在 1800 年发表了“双缝干涉实验”，才使波动说得以确认. 由于光电效应实验揭示了光的粒子性，人们又逐渐认识到光具有波粒二象性. 19 世纪初，多数物理学家对光和电磁波的传播不需要媒质的观点是不能接受的，因此他们假设宇宙空间存在着一种称之为“以太”的媒质，它具有许多异常而又不合理的特性. 正是在这种情况下，1887 年迈克尔逊和莫雷合作，用干涉仪进行了有名的“以太风”实验，从而否定了“以太”的存在.

在物理学发展过程中，通常由于旧理论不能解释新的实验现象，而促使新理论的诞生. 19 世纪以来，对黑体辐射、电磁波能量的测量，人们一直找不到适当理论对其进行解释，而普朗克提出的量子化观点，圆满地解释了实验结果，这就是量子理论的开端. 又如，赫兹在电磁波存在的实验中，还发现了光电效应现象，但电磁波理论却不能解释它，这就促使爱因斯坦提出光量子假说.

当代获得诺贝尔物理学奖的成果均是物理学中划时代的、里程碑级的重大发现和发明. 诺贝尔奖从 1901 年第一次授奖至今已有百余年的历史，近 150 名获奖者. 其中，因物理实验方面的伟大发现或发明而获奖的占 2/3 以上. 如 1901 年，首届诺贝尔物理学奖得主德国人伦琴因发现 X 射线而获奖. 著名的美籍华人杨振宁、李政道于 1956 年发现在弱相互作用下没有任何实验能说明宇称守恒，当时这一学说震惊了世界物理学界. 以世界著名的物理大师朗道、泡里为代表的反对派公开反对这一学说，然而另一位美籍华人吴健雄率领的课题组于 1956 年完成的 ^{60}Co 衰变实验结果显示：弱相互作用下宇称不守恒. 因此杨振宁和李政道于第二年即 1957 年获得诺贝尔物理学奖，而爱因斯坦的具有划时代意义的相对论却没有获得诺贝尔奖，根本原因是当时相对论缺乏实验支持. 随着实验技术的提高和完善，以及 1959 年“光谱线的引力红移”实验与 1964 年“雷达回波延迟”实验的完成，相对论才最终被人们接受. 伟大的物理学家爱因斯坦在 1921 年因发现光电效应定律而获得诺贝尔物理学奖. 这些历史事实说明物理实验结果在物理学概念的提出、理论规律的确立及被公认的过程中所占的重要地位和所起的关键作用.

可以毫不夸张地说，没有物理实验就没有物理学的发展. 正是由于实验手段的不断进步、仪器精度的不断提高、实验设计思想的巧妙创新等，才使人类在认识自然界的历程中能不断探索、发现，进而攀登上更高的高峰. 现在，物理

实验的方法、思想、仪器和技术已经普遍地应用于从物理学中不断分化出的新分支(如粒子物理、原子核物理、原子分子物理、凝聚态物理、激光物理、电子物理、等离子体物理等),以及从物理学和其他学科的交叉中产生的众多交叉学科(如天体物理、地球物理、化学物理、生物物理等)和各自然科学领域、技术部门,成为推动科学技术发展的有力工具.计量、激光、半导体、大规模集成电路、电子学、真空等技术无一不与物理实验有着直接或间接的联系.没有赫兹的电磁波实验,就不可能有马可尼和波波夫无线电的发明;没有1909年卢瑟福的α粒子散射实验,就不可能有40年后核能的利用.单一波长激光器的问世,带来巨大的技术变革;半导体的实验结果引起大规模集成电路和计算机技术的出现;霍尔效应的实验结果,产生大量以此效应为基础的新元件和新产品.

当然,强调实验的重要性,绝不意味着轻视理论.物理学发展到今天,用已经确立的理论来指导实验向新的未来领域探索,显得更加重要.例如,只有1917年爱因斯坦提出受激发射理论,才可能有1960年第一台激光器的诞生.又如,1895年伦琴在实验中发现了新的电磁辐射——X射线,而X射线的发现进一步推动了气体中电传导的研究.汤姆孙提出了被X射线照射的气体具有导电性是由于气体因分子电离而带有电荷的理论,这给洛伦兹创立电子论提供了实验基础,而电子论又给Zeeman效应,即光谱线在磁场中会分裂这一事实以理论解释.这一连串的事实展示了物理实验和理论之间的密切关系和相互激励、共同推进物理学发展的进程.因此任何轻视实验或理论的想法都是错误的.

1.2 物理实验课对于理工科学生的重要性

科学实验是科学理论的源泉,是工程技术的基础.例如,从事材料制作、加工、运转以及生产条件的控制等工程技术领域都离不开测量,而其测量方法和技巧多是物理实验中测量方法与技巧的移置或推广.同时,工程技术要不断地探索新理论、新材料、新工艺,以提高质量、降低成本,为此需要进行科学实验,而有关实验的设计、方法的确定、仪器的选择、数据的处理等同样也多是物理实验的移置或推广.正因如此,作为培养具有全面素质的高级工程人才的高等学校,不仅要让学生具备较深广的理论知识,而且要让学生具有较强的从事科学实验的能力,不断培养学生运用实验手段发现、观察、分析、研究和解决问题的能力,提高学生的科学素养,为学生今后的学习和工作打下良好的基础,以适应科学技术不断进步和社会主义建设迅速发展的需要.

大学物理实验是对高等学校学生进行科学实验能力培养的一门独立设置的校级必修课程,是学生进入大学后接受系统的实验理论、实验方法和实验技能训练的开端,是工科类各专业对学生进行系统科学实验能力培养的重要基础.

素质教育的核心是思维和创造能力的培养,物理实验在素质教育中充当

需要全本请访问 www.ertongbook.com

重要的角色.从实验的角度看,人的思维和创造能力有“硬”和“软”两个方面.“硬”的方面表现为基本实验技能与动手能力、现代技术的应用水平;“软”的方面表现为实验课题的选择、实验的设计思想和实验方法等.几十年来,物理实验教学的课程体系和教学内容正是从“硬”、“软”两个方面培养学生的思维和创造能力,激发他们强烈的求知欲望,培养严谨的科学作风和坚韧不拔的苦干精神.

1.3 大学物理实验课的任务

大学物理实验是一门理论联系实际的启蒙课程,引导学生利用已经掌握的物理理论知识,通过对相应的实验现象的观察、分析和对物理量的测量,及最终获得的实验结论去证实所学物理理论,即理论和实践相结合,加深对物理学原理的理解.

大学物理实验通过不同的途径培养和提高学生基本的科学实验能力.

(1) 理论联系实际的能力.根据学生的理论知识,使其通过实验及实践过程,检验和验证相关的理论,从而达到理论与实践的统一.

(2) 独自分析和解决问题的能力.大学物理实验多数要求学生单独完成某个实验的所有过程,可培养学生独立思考、动手操作及分析和解决问题的能力.

(3) 自学和动手能力.要求学生自行阅读实验教材或资料,正确概括出实验内容、方法和要求,做好实验前的准备;借助教材和仪器说明书,正确调整和使用常用仪器;合理安排实验顺序,把握主要实验条件,排除实验故障,提高动手能力.

(4) 数据处理和表达能力.要求学生正确记录和处理实验数据,绘制曲线,说明实验结果,撰写合格的实验报告,提高其数据处理和表达能力.

(5) 设计和创新能力.对于某些综合设计类实验,要求学生可以根据实验要求,确定实验方法,合理选择仪器,拟定具体实施方案,完成简单的设计性实验,在锻炼学生自主设计能力的同时,增强学生的创新能力.

(6) 培养和提高学生的科学实验素养.要求学生具有理论联系实际和实事求是的科学作风,严肃认真的工作态度,主动研究的探索精神,以及遵守纪律、遵守操作规程、爱护公共财产、团结协作的优良品德.

1.4 大学物理实验课的基本要求

大学物理实验是借助于实验仪器完成的一门课程,与相关理论课不同,它要求学生在教师指导下独立进行某种实践活动.其教学方式主要是学生自己动手完成实验内容规定的任务,教师只是在关键的地方给予提示和指导.因

此，学习物理实验要求学生花更多的工夫，进行较强的独立工作能力训练. 学生要顺利完成每一个实验，学好大学物理实验这门课程，必须做好以下 3 个方面的工作.

1. 实验内容的提前预习

预习实验内容至关重要，它决定着实验能否取得收获及收获的大小. 因此，学生在实验前必须了解实验的概要，认真阅读实验教材，明确实验的目的要求、实验原理、待测物理量及其测量方法，对所用仪器的构造原理、操作方法和注意事项做到心中有数，并在此基础上书写预习报告. 预习报告主要包括以下几方面内容：① 实验名称；② 实验目的；③ 原理摘要，包括主要的原理公式、各量代表的物理含义及有关的测量条件（电磁学实验应绘出电路原理图、光学实验应绘出光路图）；④ 主要仪器设备；⑤ 实验步骤；⑥ 数据记录表格. 上课时，指导教师应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，指导教师有权取消其进行本次实验的资格.

2. 认真完成实验中的每项操作

实验操作是实验的主要内容. 进入实验室后，学生首先应对所使用的仪器设备进行检查，看其是否完备、齐全. 如有问题，应向指导教师提出，并将主要仪器的名称、型号、规格和编号记录下来. 实验前，应遵守实验室规章制度，仔细阅读仪器说明书或有关仪器使用的注意事项，在教师指导下正确地组装和调试仪器. 不要盲目操作、急于求成. 实验时，要先观察实验现象后进行精确测量. 做好实验记录是科学实验的一项基本功. 在观察、测量时要正确读数，用钢笔或圆珠笔将原始数据如实记录在事先准备好的表格中. 原始数据要记录的整洁而有条理，以便于计算和复核. 如确系记错，应轻轻划上一道线，并在旁边写上正确值，使正误数据都能清晰可辨，以供在分析测量结果和不确定度时参考.

不要忘记完成书后思考题中需要观察或测量的实验内容.

实验中遇到故障时，要积极思考，在教师指导下探索排除故障的方法. 实验结束后，将实验数据交教师审阅，指导教师确认实验数据正确并签字后整理还原仪器，方可离开实验室. 如指导教师发现数据错误，要求学生重新进行实验，实验结束后需请指导教师再次确认签字.

3. 及时完成实验报告的书写

实验后，学生要及时处理实验数据，并撰写一份简洁明了、工整、有见解的实验报告. 其目的是培养和训练学生以书面形式总结工作或报告科学成果的能力，这是物理实验基本功训练的重要组成部分. 实验报告应字迹清楚、文理通顺、图表正确、数据完备、结论明确. 报告应给人以清晰的思路、见解和新的启迪. 一般要用统一的实验报告纸书写，除填写实验名称、日期、姓名等项外，还包括以下几个部分：

① 实验目的.

② 实验原理. 即在理解实验原理的基础上，用自己的语言简要叙述有关物理内容. 一般应写出测量中所依据的主要公式，式中各量的物理含义及单位，

以及公式成立应满足的实验条件.必要时画出电路图或光路图.

③ 主要仪器设备.

④ 实验步骤.根据实际的实验过程写明关键步骤和安全注意点.

⑤ 实验数据与数据处理.即以列表形式完整而清晰地反映原始测量数据.数据处理是对原始数据进行整理的过程,包括计算、作图、不确定度分析等.计算要有计算式,代入的数据都要有根据,既能让别人看懂,也便于自己检查;作图要按作图规则,图线要规范、美观;最后给出实验结果.

⑥ 小结或讨论.小结或讨论的内容不限,可以对实验中观察到的现象进行分析,对结果和误差原因进行分析,对实验中的关键问题或感兴趣的问题进行研究讨论,也可以解答思考题,交流收获或提出建议等.

撰写和完成实验报告是对实验内容的学习和掌握,是指导教师给予每个学生实验成绩认定的重要依据.同时,对于培养学生良好的实验习惯起着非常重要的作用.

1.5 怎样学好大学物理实验

大学物理实验是一门实践性课程,学生在独立工作的过程中增长知识、提高能力.

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经常会遇到,它们是复杂方法和技术的基础.学习时应熟悉和掌握它们的基本原理,并且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其应用的条件、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.虽然方法和手段会随着科学技术和工业生产的进步而不断改进,但历史的积累仍是人类知识宝库精华的一部分,有了积累才能有创新,因此,从一开始就应重视实验知识的积累.

2. 要有意识地培养良好的实验习惯

学生进入实验室要遵守实验室操作规程和安全规则.在开始做实验之前,应当认真阅读实验教材和有关仪器资料,对将要做的实验有具体而清晰的了解;在实验过程中,要认真并重视观察实验现象,一丝不苟地记录实验数据;实验数据要原始、完整、全面、清楚,要有必要的说明注释等.这样,在需要时可随时查阅相关记录,从而在处理数据、分析结果时,有足够的第一手资料.在实验过程中,凡有必要,应重复测量若干次.注意记录实验的环境条件(如室温、气压、湿度等),注意实验仪器在安置和使用上的要求和特点,还要注意纠正自己不正确的操作习惯和姿势.需要两人合作时,应密切配合.良好的实验习惯需要经过多次实验的总结、反思和回顾才能形成,它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,都非常重要.无数实践证明,只有在实验过程中有意识地自我锻炼,才能养成良好的实验习惯.

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，力争独立排除实验中出现的故障，并锻炼自主发现问题、分析问题和解决问题的能力. 例如，实验数据是否合理、正确？实验结果的可靠性和正确性如何？实验方法是否正确、合理？它可能引入多大的误差？实验仪器又会带来多大误差？实验环境、条件的影响又将如何？

为了帮助初学者克服实践经验少、实验分析方法掌握不全面等实际困难，作为大学基础教学实验的物理实验课往往在实验教材中安排少数已有确切理论结论的实验课题，便于初学者判断实验结果的正确性. 但千万不要误认为做实验的目的只是为了得到一个标准的实验结果，获得的实验数据与标准数据相符就高兴，一旦有所差别就大失所望，抱怨仪器或装置不好，甚至拼凑数据，这些表现都是不正确、不科学的. 事实上，任何理论公式和结论都是经过一定理论上的抽象并被简化了的，而客观事实及实验所处的环境条件则要复杂得多，实验结果与理论公式、结论之间存在差别是在所难免的，问题的关键是差异有多大？是否合理？不论实验结果或数据好坏，都应养成理性分析的习惯，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，那么问题可能出现在仪器和装置本身. 对于小的故障，实验者应力求自己动手去排除，或向指导教师学习如何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、能否及时迅速修复，是实验者实验能力强弱的重要表现，初学者应逐步提高自己在这方面的能力.

4. 要掌握好每个实验的重点

每个实验的内容都是有弹性的，首先应完成基本内容，这既是基础，也是重点，因此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，如果时间允许，可以根据具体情况，进一步完成其他内容或尝试分析实验可能存在的问题，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.

5. 要注意创新能力的培养

教学实验虽然是经过安排设计的，但同学们仍然要积极思考. 如每一项实验内容为什么要通过这样的途径(方法)进行测量，有什么改进建议等，激发求知欲望和学习热情，从而提高创新意识、增强创新能力.

1.6 大学物理实验课程学生须知

(1) 进入实验室，要爱护一切公物，保持实验室安静，严禁大声喧哗；不随地扔垃圾，严禁在实验室吃零食或带液体类饮料进入实验室，保持实验室良好卫生.

(2) 上实验课要提前5分钟进入实验室. 不迟到，不早退，不旷课. 迟到超

过 20 分钟的学生禁止进入实验室，教师有权取消其本次实验资格；一学期旷课 3 次及以上者取消考试资格.

(3) 学生进入实验室后，根据相应座位号就座，实验中学生不得相互串位、互相调试仪器. 实验前要仔细检查所用实验仪器是否齐全、完好，如有缺损，要及时报告指导教师进行处理，不得擅自更换及搬弄其他仪器设备.

(4) 实验过程中，要严格遵守所用仪器的操作规程和注意事项，不得擅自拆装仪器，以防发生人身事故或损坏仪器. 对于违反操作规程而损坏仪器者，教师按学校相关规定进行处理.

(5) 因特殊情况无法正常上实验课的学生，需要填写请假条并有辅导员及部分负责人的签字，方可补做实验；补做实验者需和指导教师联系，统一安排补做实验事宜.

(6) 学生做实验前，要撰写实验预习报告，经指导教师课前检查通过后，方可进行实验. 未写预习报告者，教师有权取消其此次实验资格.

(7) 实验过程中，学生必须严肃认真，总结实验规律. 对于课本中和黑板上已经说明的问题，老师一般不予作答；实验中途不得擅自离开，否则作旷课处理.

(8) 实验原始数据应记录在原始数据记录纸上，不得抄袭他人的实验结果，若发现严重涂改、捏造实验数据等情况，实验成绩记为 0 分，并不得补做. 原始数据不允许使用铅笔记录.

(9) 实验结束，原始数据经指导教师查阅并签字后，学生应将仪器整理还原，摆放整齐后，方可离开实验室.

(10) 课后请将原始数据整理后填写在实验报告上，并作数据分析和处理，原始数据记录必须粘贴在实验报告背面，并在一周后提交指导教师查阅；在实验及撰写实验报告过程中，如发现篡改数据、抄袭等情况，实验成绩一律记为 0 分，教师有权取消其本次实验资格.

第2章

测量误差及数据处理

物理实验离不开对物理量的测量.由于测量仪器、测量方法、测量条件、测量人员等因素的影响,测量结果不可能绝对准确.因此,实验中需要对测量结果的可靠性做出评价,对其误差范围作出估计,从而正确地表达实验结果.

本章主要介绍误差和不确定度的基本概念、测量结果不确定度的计算、实验数据处理和实验结果表达等方面的基本知识.这些知识在每个实验中都要用到,是今后从事科学实验工作必须了解和掌握的.

测量误差和数据处理的内容涉及面较广,不可能在一两次的学习中掌握.通过本章的学习,使学生对这些问题有初步的了解,然后再结合具体实验运用有关内容,通过运用加以掌握.需要指出的是,对这些内容进行深入讨论是计量学和数理统计学的任务,本章只引用其中的某些结论和计算公式,不作详细的证明和探讨.

2.1 测量与误差

2.1.1 测量

物理实验是以测量为基础的.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,因此需要进行定量的测量.测量就是借助仪器并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两类.通过仪器或量具可以直接读出测量值的测量方法称为直接测量,如用米尺测量长度,用天平称质量;需依据待测量和某几个直接测量值的函数关系并通过数学运算获得测量结果的方法,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经电阻的电流,可依据欧姆定律求出待测电阻的阻值.大多数物理量需进行间接测量.

直接测量是一切测量的基础.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物理量,现在都可以直接进行测量.例如,车速可以直接用测速仪进行测量,而不再需要用路程除以时间来间接测量.

需要全本请访问 www.ertongbook.com