



临沂大学优秀校本教材

李尊营 主编

大学物理实验

College Textbook on Experiments in Physics



山东人民出版社

Shandong People's Publishing House

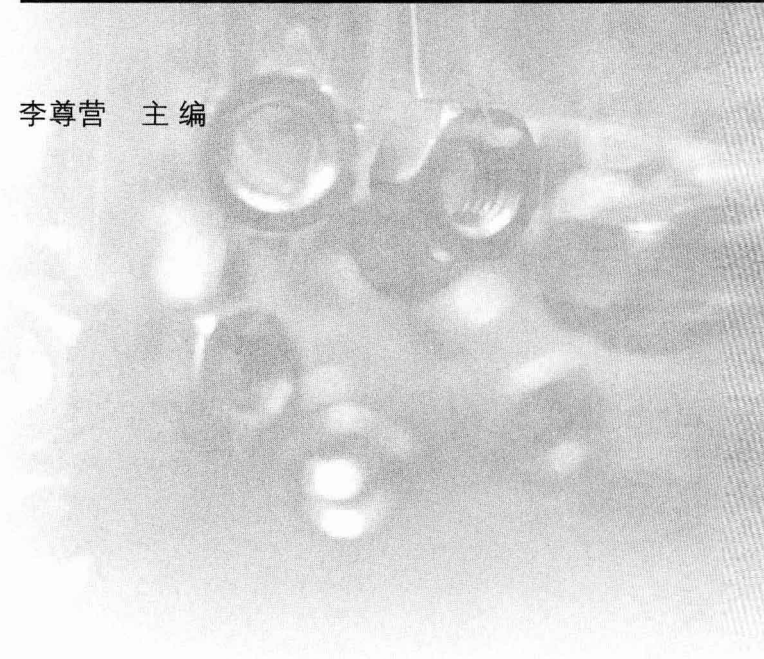


临沂大学优秀校本教材

大学物理实验

College Textbook on Experiments in Physics

李尊营 主编



山东人民出版社

Shandong People's Publishing House

图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验 / 李尊营主编. — 济南: 山东人民出版社, 2011. 10

ISBN 978-7-209-05842-1

I. ①大… II. ①李… III. ①物理学—实验—高等学校—教材 IV. ①04-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 157758 号

责任编辑:王 晶

封面设计:彭 路

大学物理实验

李尊营 主编

山东出版集团

山东人民出版社出版发行

社 址:济南市经九路胜利大街 39 号 邮 编:250001

网 址:<http://www.sd-book.com.cn>

发行部:(0531)82098027 82098028

新华书店经销

山东临沂新华印刷物流集团有限责任公司印装

规 格 16 开(184mm×260mm)

印 张 14.75

字 数 320 千字 插 页 2

版 次 2011 年 10 月第 1 版

印 次 2011 年 10 月第 1 次

ISBN 978-7-209-05842-1

定 价 26.00 元

如有印装质量问题,请与印刷单位联系调换。电话:(0539)2925659

君子务本,本立而道生

——《临沂大学优秀校本教材》总序

校长 韩延明

孔子曰:“君子务本,本立而道生。”大学是育人之本,大学是科学之根,大学是文化之魂。大学教师的根本,乃在于“静下心来读书求真,俯下身去教书育人”。换言之,培养高质量人才始终是大学责无旁贷的基本目标和根本任务,而人才培养的主渠道又相对集中于课堂教学。课堂教学的基本要素是教师、学生和教材。教材又称“教本”。“教本教本,教学之本”。因此,校本教材建设,是大学教学基本建设、学校品牌创建的重要内容,是固化教师教学成果、实现教师科研成果向教学内容转化的重要步骤,也是创新课堂教学、提升教学质量的重要举措。2006年8月,由我校教师主编的首批立项资助的《香樟书库》系列校本教材(10本),由山东大学出版社正式出版。2010年8月,第二批教材(10本)在多方努力和帮助下,也已顺利付梓面世。两批教材熔铸古今、博采众长,体例新颖、内容丰富,发疑锐敏、释理清晰,开阔了学生视野,拓展了教学内容,优化了课程结构,提升了学校内涵,得到了师生的普遍认可和同行专家的高度评价,为后续校本教材的编撰和出版工作奠定了坚实的基础,积累了宝贵的经验。

“十二五”时期,是该校全面建设高质量综合性品牌大学的关键时期。2010年11月26日,国家教育部正式发文批准该校由临沂师范学院更名为临沂大学;12月8日,我们隆重、热烈地举行了临沂大学揭牌庆典。2011年6月12日,我们又隆重举行了声势浩大、影响深远的临沂大学70周年校庆。2011年是我校在综合性大学办学平台上谋划新发展、实现新突破、开创新局面的关

键一年。为此,学校党委组织开展了为期四个月的“办一所什么样的大学”和“怎样办好这所大学”的解放思想、更新观念大讨论活动,提出了建设“高质量综合性品牌大学”的奋斗目标,确定了“实”的校风和“明义、锐思、弘毅、致远”的校训。在办学理念上,我们提出了要办“有德性、有实力、有创新、有特色”的大学,要办“有规律、有规划、有规矩、有规模”的大学,要办“有理念、有理论、有理想、有理性”的大学,要办“强配置、高质量、有核心竞争力、有社会美誉度、学生满意、家长放心”的受人尊重的大学。在办学实践上,我们提出要遵循三条规律、进行三个转变、实施三大战略和突出三项重点。三条规律是:高等教育发展规律、人才成长发展规律和市场经济发展规律;三个转变是:由外延发展为主向内涵发展为主转变,由教学型大学向教学研究型大学转变,由师范类学院向综合性大学转变;三大战略是:质量立校战略、开放强校战略、特色亮校战略;三项重点是:全面加强人才队伍建设、全面提高学术科研水平、全面提升社会服务能力,以期真正使临沂大学办出水平、办出活力、办出特色。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020年)》明确提出:“提高质量是高等教育发展的核心任务,是建设高等教育强国的基本要求”。我认为,就今天的高校而言,思路决定出路,就业决定专业,能量决定质量,质量决定力量。办学质量始终是一所高校的声誉之源、立校之本、发展之基,是高校命脉之所在。提高教学质量,理应是高校矢志不渝所追求的永恒主题和永远高奏的主旋律,这就是我们多年来常讲的“教学为本,质量立校”。而办学质量又始终贯穿于实现“培养人才、发展科学、服务社会和文化遗产创新”四项大学基本职能的各个具体环节之中,其中既有人才培养的质量问题,也有科技成果转化和社会服务的质量问题,但人才培养质量是核心和旨归。为适应我校在综合性大学办学平台上提高人才培养质量的实际需要和21世纪信息时代对教材提出的新的更高要求,根据我校人才培养方案和精品课程建设规划,我们又很快启动了第三批立项教材的编撰工作。在临沂大学教材建设指导委员会的组织、指导与协调下,教材编著者们在多年知识积累和教学经验的基础上夜以继日地辛勤劳作,如今第三批教材(15本)的编辑工作已顺利完成,即将出版面世。这批教材是我校由临沂师范学院更名为临沂大学后的首批立项资助教材,既是我校校本教材建设工作步入规范化、系列化、制度化、科学化轨道的一个重要标志,也是认真贯彻落实国家教育部、山东省教育厅关于高等院校教学质量建设工程精神、促进学校内涵发展的一项重大举措,为中国共产党成立

90周年和临沂大学建校70周年献上了一份厚重的贺礼。

教材即教学材料的简称。广义言之，它是指依据教学大纲和教学实际需要为师生选编的教科书、讲义、讲授提纲、参考书目、自学手册、课外练习、网络课程、图片、教学影片、唱片、录音、录像以及计算机软件等；狭义言之，它是指一门课程的核心教学材料——教科书。教材是教学内容和教学方法的载体，是教师实施课堂教学的依据和工具，是学生最基本的学习参考资料，是师生互动、教学相长、顺利完成教学任务的必要基础，也是教学内容和课程体系改革成果的具体体现。教材建设水平是衡量一所高校教学质量与学术水平的重要标志之一。教材质量影响教学质量，教学质量影响人才培养质量。深化教育教学改革、全面推进素质教育，必须大力加强高校教材建设。临沂大学历来十分重视教材建设工作。几年前，为了督导教师选用优质教材、提高教学质量、强化教学管理、优化教学环境，学校曾严格规定：全部本科教材必须使用国家教育部、山东省教育厅统编教材或获奖教材，禁止使用教师自编教材，从而保证了教材质量，为规范、提升、完善本科教学工作奠定了良好的基础。

古人云：“临渊羡鱼，不如退而结网。”近年来，伴随着我国高等教育大众化的迅猛发展和高校本科教学工作水平评估的深入推进，临沂大学实现了超常规、跨越式、突破性发展，其中之一便是卓有成效地开展了“四大建设”，即“深化课程建设，优化专业建设，亮化学科建设，强化师资队伍建设”，使专业学科建设水平与教师教学水平不断提高，课程开发能力不断增强，课堂教学改革与课外实践革新不断深入，相继涌现出一大批质量上乘、优势明显、特色突出的优质课程和爱岗敬业、教书育人、乐于奉献的优秀教师，因而启动校本教材编写的条件日渐成熟。

在教材编写程序上，我们要求：严格按申报、立项、审批、编撰、出版发行、推广使用、论证评价等环节和程序进行。明确了教材建设的重点和选题范围：解决教学急需的，填补学科、专业、课程空白的新教材；体现我校教师在某一学科、专业领域独具优势或特色的专业基础课和选修课教材；针对我校作为沂蒙老区唯一一所本科高校这一特点，结合地方社会政治、经济、科技、文化需求所开设的地方课程教材，并高度重视红色文化的育人价值和教材建设。

在教材编写原则上，我们强调：一是注重知识性与思想性相辅相成；二是注重学术性与可读性融为一体；三是注重科学性与学科性彼此糅合；四是注重理论性与实践性相得益彰；五是注重统一性与多样性有机结合；六是注重现实

性与前瞻性有效拓展。我国著名教育家张楚廷教授曾提出教材编写“五最准则”，即最佳容量准则、最广泛效用准则、最持久效应准则、最适于发展准则、最宜于传授准则，我深表赞同。

在教材编写内容上，我们提出：既重视对国内外该课程领域经典的基本理论问题进行透彻的解析，又对当前教育所面临的新现象、新理论、新方法给予必要的回应；既考虑如何有利于教师的课堂教学与辅导，又兼顾如何有助于学生的课后复习和思考；既能反映我校特色和课程体系改革的基本方向，又要展示我校教材建设及学术研究的最新成果，适应我校创建精品课程、优质课程和品牌课程的实际需要。

在教材教法改革上，我们倡导：秉持综合素质教育理念，坚持课堂讲授与讨论相结合、教师讲授与学生自学相结合、理论学习与案例分析相结合、文本学习与网络学习相结合，“优化课内，强化课外”。既重视教师启发式、研讨式、合作式、案例式等教学方式方法的科学运用，又重视学生学习能力、实践能力、创新能力与创业能力的培养和训练，力图为学生知识、能力、素质的全面协调发展创造条件。可喜的是，这些方面都在教材编写中得到了充分体现。所有教材都是在试用了多年的成熟讲义的基础上经编著者们精心修改和指导委员会严格审定后出版的，确保了教材的思想性、科学性、系统性、适用性、启发性和相对稳定性。

临沂大学系列“优秀校本教材”的编撰出版，包含了编著者们的辛勤劳作和指导委员会成员的认真审阅。然而，由于此项工作尚处于尝试、探索阶段，又是我校成为综合性大学后的首批立项教材，因而疏漏、偏颇甚或错误之处在所难免，正所谓“始生之物，其形必丑”，敬请各位同仁和同学批评指正，以期再版时予以修订。

古人云：“书山有路勤为径，学海无涯苦作舟”。在漫漫求学路途上，千辛万苦、呕心沥血，“书”总会一直忠诚地陪伴着学习者，承前启后、继往开来，输送知识、启迪智慧，成为学习者解疑释难的知心朋友和指点迷津的人生导师，引领学习者最终进入学与习、学与思、学与行、学与创相结合的学人境界。在此，摘录俄国著名文学家托尔斯泰的一句名言与同学们共勉：“选择你爱的，爱你选择的！”选择你爱的教材，爱你选择的教材；选择你爱的专业，爱你选择的专业；选择你爱的母校，爱你选择的母校！衷心希望同学们像《临沂大学校歌》中所唱的那样：“笃奉明义锐思，抱负致远弘毅”，“德为重，才为本，弘道为要

义”，“明朝家国天下，我们一肩担起”。

恰逢我国第 27 个教师节来临，心潮澎湃、感慨万千！教师是光荣的：今岁种明岁栽岁岁育松柏，春开花秋结果年年献桃李；教师是辛苦的：滴滴汗水诚滋桃李芳天下，点点心血乐育英才泽神州。衷心感谢老师们多年来对学校建设和发展作出的重大贡献，深情祝福老师们身体健康、工作顺利、生活幸福、事业大成！

草于临沂大学明静轩

2011 年 9 月 10 日

临沂大学教材建设指导委员会

主 任：韩延明

副主任：姜同松

成 员：（以姓氏笔画为序）

王统永 毛红旗 孔繁金 申洪源 朱晓德 任世忠 江兆林

许长谭 许汝贞 孙成通 李 琳 李洪忠 吴 峰 张立富

张问银 张根柱 陈学营 陈建国 林光哲 周光亮 郑秀文

赵 勇 赵光怀 徐东升 奚凤兰 谢 楠

《大学物理实验》 编委会

主 编：李尊营

副主编：曹伟然 石绍华 李晓文 赵阶林

CONTENTS | 目 录

君子务本，本立而道生

——《临沂大学优秀校本教材》总序 韩延明 /1

第一章 绪论 /1

- | | | |
|-----|------------|----|
| 1.1 | 物理实验的地位和作用 | /1 |
| 1.2 | 物理实验的目的和任务 | /3 |
| 1.3 | 物理实验课的基本程序 | /3 |

第二章 测量误差和实验数据处理 /6

- | | | |
|-----|--------------|-----|
| 2.1 | 测量与误差 | /6 |
| 2.2 | 随机误差的数学处理方法 | /10 |
| 2.3 | 测量结果的评定和不确定度 | /13 |
| 2.4 | 有效数字及其运算法则 | /19 |
| 2.5 | 数据处理方法 | /22 |

第三章 力学和热学实验 /33

- | | | |
|-----|-------------|-----|
| 3.1 | 牛顿第二定律的验证 | /33 |
| 3.2 | 动量守恒定律的验证 | /38 |
| 3.3 | 阻尼振动的研究 | /41 |
| 3.4 | 声速测量 | /44 |
| 3.5 | 弦振动特性的研究 | /48 |
| 3.6 | 动态法测量杨氏弹性模量 | /51 |
| 3.7 | 刚体转动惯量的测定 | /54 |

- 3.8 耦合摆 /58
- 3.9 金属线胀系数的测定 /62
- 3.10 气体比热容比的测定 /66
- 3.11 液体表面张力系数的测量 /68
- 3.12 不良导体导热系数的测定 /72
- 3.13 居里点实验研究 /78

第四章 电磁学实验 /83

- 4.1 直流电桥 /83
- 4.2 示波器的原理及应用 /87
- 4.3 霍尔效应 /92
- 4.4 磁场的测量 /99
- 4.5 非平衡直流电桥的原理和应用 /102
- 4.6 电子比荷测定 /106
- 4.7 交流电桥 /110
- 4.8 磁阻效应及磁阻传感器的特性研究 /118
- 4.9 RLC 电路的稳态特性研究 /123
- 4.10 RLC 电路谐振特性的研究 /127
- 4.11 RLC 电路的暂态特性研究 /129
- 4.12 半导体 PN 结的物理特性及弱电流测量 /133
- 4.13 方波电信号的傅里叶分解与合成 /138
- 4.14 非线性电路振荡周期的分岔与混沌实验 /146

第五章 光学实验 /154

- 5.1 薄透镜焦距测量 /154
- 5.2 等厚干涉——牛顿环 /159
- 5.3 分光计的调整和三棱镜折射率的测定 /163
- 5.4 用透射光栅测定光波波长及角色散率 /168
- 5.5 迈克尔孙干涉实验 /171
- 5.6 光偏振现象的研究 /174

- 5.7 望远镜和显微镜的组装 /181
- 5.8 全息照相 /184
- 5.9 光电效应 /187

第六章 原子物理实验 /194

- 6.1 密立根油滴实验 /194
- 6.2 夫兰克-赫兹实验 /202
- 6.3 电子衍射实验 /210
- 6.4 塞曼效应 /213

参考文献 /222

1.1 物理实验的地位和作用

“物理学”(Physics)一词早先是源于希腊文,意为自然,其现代内涵是指研究物质运动最一般规律及物质基本结构的科学。物理学是实验科学,凡物理学的概念、规律及公式等,都是以客观实验为基础的。因此,物理学结论绝不能脱离物理实验结果的验证,实验是物理学的基础。实验是有目的地去尝试,是对自然的积极探索。科学家提出某些假设和预见,为对其进行证明,筹划适当的手段和方法,根据由此产生的现象来判断假设和预见的真伪。因此,物理实验的重要性是不言而喻的。

一、物理实验的重要性

1924年法国人德布罗意(De. Broglie)在光的微粒性的启发下,明确提出实物粒子具有物质波动性,即波和粒子的缔合概念,通常人们将它描述为波粒二象性。假设,粒子能量为 E ,动量为 p ,那么伴随着的物质波的平面波矢 k ,有 $p=k$,即 $p=h\lambda$ 。这是一个大胆而伟大的假设,得到物理伟人爱因斯坦(A. Einstein)的肯定,他曾称这是照亮我们最难解开的物理学之谜的第一缕微弱的光,并提名德布罗意获诺贝尔奖。

理论上美妙的假设或推理,要成为被公认的物理规律,必须有实验结果的验证。

1895年伦琴在实验上发现了新的电磁辐射,被称为X射线(它是由高速电子轰击重元素靶而产生的波长在nm量级的电磁辐射),X射线的发现进一步推动气体中电传导的研究。汤姆孙说明了被X射线照射的气体有导电性是由于气体带有电荷引起分子电离,这给洛伦兹创立电子论提供了实验基础。而电子理论又给Zeeman效应,即“光谱线在磁场中会分裂”这一事实以理论解释,这一连串的事实关系就表明了实验物理和理论物理之间的密切关系和相互激励而共同推进物理学发展进程。

整个物理学的发展史是人类不断深刻了解自然、认识自然的历史进程。实验物理和理论物理是物理学的两大分支，实验事实是检验物理模型、确立物理规律的终审裁判。理论物理与实验物理相辅相成，互相促进，恰如鸟之双翼，人之双足，缺一不可。物理学正是靠着实验物理和理论物理的相互配合激励、探索前进而不断向前发展的。在物理学的发展过程中，这种相互促进、相互激励、相互完善的实例是数不胜数的……

二、理论和实验的关系

无论是物理学，还是整个自然科学的发展，实验和理论的相互作用都是一种内在的根本动力。这种作用引起量的渐进积累和质的突变飞跃的交替潜进，推动着科学进程一浪一浪地不断高涨。

正如，著名物理学家密立根（R. A. 密立根）所说：“我仅仅在理论和实验这两个领域里作了微小的贡献，就得到 1923 年的诺贝尔物理学奖，我感到非常荣幸，这件事很好地说明了科学是在用理论和实验这两只脚前进的，有时是这只脚先迈出一大步，有时是另一只脚先迈出一大步，但是前进要靠两只脚，先建立理论然后做实验，或者是先在实验中得出了新的关系，然后迈出理论这只脚，并推动实验前进，如此不断交替进行。”

三、物理实验的基本方法

物理学是研究物质的基本结构、基本运动形式、相互作用和转化规律的学科。它本身以及它与各个自然学科、工程技术部门的相互作用创造了今天的科技进步和人类文明，对当代及未来高新科技的进步、相关产业的建立和发展提供着巨大的推动力。

在人类追求真理、探索未知世界的过程中，物理学展现了一系列科学的世界观和方法论，深刻影响着人类对物质世界的基本认识、人类的思维方式和社会生活，是人类文明的基石。

物理学发展的历史证明，正确的科学思想及由此产生的科学方法是科学研究的灵魂。伽利略（G. Galileo）是最早运用我们今天所称的科学方法的人。这种方法就是经验（以实验和观察的形式）与思维（以创造性构筑的理论和假说的形式）之间的动态的相互作用。伽利略是近代科学的奠基者，是科学史上第一位现代意义的科学家，他首先为自然科学创立了两个研究法则，即观察实验和量化方法，将实验和数学相结合、真实实验和理想实验相结合的科学方法，从而创造了和以往科学研究方法不同的近代科学研究方法，使近代物理学从此走上了以实验精确观测为基础的道路。

伽利略开创的实验物理学，包括实验的设计思想、实验方法，开创了自然科学发展的新局面。在实验物理学数百年的发展进程中，涌现了众多卓越的在物理学发展史上起过重要里程碑作用的实验。它们以其巧妙的物理构思、独到的处理和解决问题的方法、精心设计的仪器、完善的实验安排、高超的测量技术、对实验数据的精心处理和无懈可击的分析判断等，为我们展示了极其丰富和精彩的物理思想，开创出解决问题的途径和方法。这些思想和方法已经超越了各个具体实验而具有普遍的指导意义。

学习和掌握物理实验的设计思想、测量和分析的方法,对物理实验课及其他学科的学习和研究都大有裨益。

1.2 物理实验的目的和任务

大学物理实验课的内涵丰富,覆盖的知识面、包含的知识量以及基本的训练内容丰富,除本学科力学、热学、电磁学、光学、原子物理学外,还涉及数学、测量学、误差理论和计算机科学等。作为独立开设的一门必修课,大学物理实验主要的目的和任务是:通过施以系统而严谨的物理实验基本知识、基本方法、基本技能方面(三基)的教育与训练,培养科学思维能力、创新能力和浓厚的实验兴趣,为以后学习专业实验课和近代物理实验课奠定坚实的基础。

物理实验基本知识包括实验目的、原理、思想、概念、公式,实验仪器的测量原理、基本结构、精度级别,实验误差的分析与不确定度的评价,实验结果的正确表示,实验报告的撰写,思考题解答等。

物理实验的基本方法主要是:根据实验目的与要求,确定实验的思路和方案,正确选择与使用测量仪器、减小测量误差等。常有直接测量法和间接测量法一说,也有特殊法一说,例如:比较法、放大法、平衡法、补偿法、冲击法、霍尔法、干涉法、衍射法、偏振法、全息法等。大学物理实验中所采用的科学方法还有内推、外插、替换、修正等。

物理实验基本技能主要是:实验仪器的操作、测量读数、制表、绘图、安全用电、合理布线、眼手脑并用、查阅文献、排除故障、独立思考、和谐交流等。

总之,通过进行实验原理、实验方法、实验条件、实验操作、仪器设备、数据处理、实验报告撰写、问题分析解答等诸方面的训练,培养观察思维、阅读理解、设计布置、动手操作、分析判断、书写表达、数据处理等独立解决问题的能力。

1.3 物理实验课的基本程序

大学物理实验课从教学环节上分三个进程:预习实验、正式实验、实验后的总结报告与成绩评定。现就各教学环节提出如下具体要求:

1. 实验前的准备、预习实验课

实验课是有组织、有计划、有目的的教学活动,即便是开放实验室,学生也必须遵循实验守则,通过预约到实验室上课,以很好地完成学习任务,不得擅自行动,影响教学秩序。

实验前要认真做好预习，力求理解实验的全部内容、原理及要求，明确实验目的、步骤、方法。学生要从观察仪器外观铭牌、面板旋钮标示、仪器读数记录系统入手，初步了解实验仪器、实验材料的性能和方法、注意事项等，在此基础上写出实验预习报告，同时在实验数据记录本上画好数据记录表格。预习报告的内容包括：姓名、学号、专业、班级、实验日期、实验台号、实验题目、实验器材及规格型号、实验原理、实验方法、步骤注意事项等。实验原理一般应用自己的语言写出实验所依据的主要原理公式及公式中各量的意义，画出原理图、电路图或光路图。实验方法、步骤、注意事项应自己思考设计出来，也可参照教材或有关的指导书、使用手册等材料。

开放实验教学、专题研究性实验和自行设计实验等都是为了给学生更多的自主活动空间，以便于培养创新型人才，所以更要做好预习实验，以保证实验的顺利进行。通过实验达到培养观察、思考、分析、判断、直觉、设计等多方面创新的能力。

2. 实验操作、正式实验课

正式实验课主要进行实验操作，要做到眼手脑并用。首先按照预习实验时设计好的方法、步骤、注意事项等，认真进行对照，检查实验条件，包括环境、温度、湿度、气压、振动、外电磁场影响等，仪器设备器材规格型号是否准确无误。切忌急于求成，盲目操作。特别是一些关键地方，万一疏忽，将导致全盘失败。所以，要反复检查连接成的实验电路或光路，确保万无一失，才能通电、通光正式进行操作，必要时经指导老师的检查同意后进行。在实验中要细心观察现象，实事求是做好记录，不得单纯追求好数据而忽视偶然（也可能是必然）实验现象，往往偶然现象蕴涵着新的待发现的物理规律。要坚决反对马虎从事，弄虚作假，要尊重实验事实，讲究严格的科学态度，提高实验技能，要注意安全用电，万一出现意外事故要冷静、迅速地采取有效措施，切断电源并及时报告，把意外损失降到最小。

完成一个好的实验不仅是创新能力大小的反映，更重要的是一个人的高尚品德、情操、科学态度与精神的体现。

3. 实验后总结报告及成绩评定

实验操作观测结束后要及时断电、断水，整理复原所使用的仪器器材，清扫周围卫生等，然后在实验签名卡上签名，必要时请指导老师验收核查后才能离开实验室。

实验后要及时撰写实验报告，对实验中观测到的现象、实验数据进行整理和分析并给出误差评价及不确定度的大小；要进行必要的问题讨论及思考解答；对要求作图的实验还要绘出相应的实验曲线；还可以写明自己的心得体会、意见、建议等。

撰写实验报告是实验课的重要内容，不仅是对实验的分析总结，重要的是培养总结能力，训练归纳整理书写表达能力，为将来撰写科研论文打下基础，要坚决杜绝抄袭实验报告的现象。

实验成绩的评定与评价合理与否，是同学们非常关心的事，也涉及对教师教学的评价问题，所以应由师生共同进行，建立多样化的考核方式。一般根据学生平时成绩

与期末考试成绩评定，两者原则上各占 50% 的比例。根据学生在三个教学环节中的表现情况，重在考查学生能力，尽量定出符合客观实际的成绩。例如，学生在实验中自己主动排除故障、修好了仪器，或是发现了新的很值得深入探索的物理现象，或是完成了与实验有关的小发明、小制作，都可被评为优秀。若考核内容为设计性实验，学生必须在规定的时间内完成，教师可根据设计内容和水平给出成绩。