



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

# 大学物理实验

李平 主编

 高等教育出版社

教育部“十五”国家规划课题研究成果

# 大学物理实验

李平 主编

李平 唐曙光 陆兴中 编



高等教育出版社

## 内容提要

本书是全国教育科学“十五”国家规划课题“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”的子课题“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究成果,是针对应用型人才培养中基础课程教学的特点与要求编写的。

全书共分九章,包括实验基础知识、基础实验性、综合与提高性实验,并加入了一定量的设计性实验、计算机仿真实验和计算机模拟实验,在最后一章和附录中介绍了现代物理实验室的发展以及与物理实验有关的知识性内容的介绍。本书在保留了传统实验的基础上,突出现代技术在传统实验教学中的应用,以适合21世纪应用型人才培养的需要。

本书可作为高等学校工科类各专业的基础物理实验教学用书,也可供其他专业参考使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验/李平主编. —北京:高等教育出版社,  
2004.1

ISBN 7-04-012989-2

I. 大... II. 李... III. 物理学-实验-高等学校  
-教材 IV. O4-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第105937号

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-82028899		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京铭成印刷有限公司		
开 本	787×960 1/16	版 次	2004年1月第1版
印 张	14.75	印 次	2004年1月第1次印刷
字 数	270 000	定 价	15.90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

# 目 录

体例及使用说明 .....	(5)
英语入门 .....	(9)
如何讲好英语 .....	(17)
英语日记与书信的正确写法 .....	(20)
图解英汉词典正文 .....	(1)
图解目录[词汇对照表] .....	(620)

和教学方法的知识载体，在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此，在课题研究过程中，各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果，并和教学实际结合起来，认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革，组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师，编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案，以满足高等学校应用型人才培养的需要。

我们相信，随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入，特别是随着教育部“高等学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施，具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003年4月

# 前 言

本教材是根据教育部颁发的工科本科物理实验课程教学基本要求,结合我国高等学校应用型人才<sup>1</sup>培养体系,为培养高素质、强能力的应用型人才的教育教学需求而编写的。它同时也是全国教育科学“十五”国家规划课题的子课题“21世纪中国高等学校应用型人才<sup>2</sup>培养体系的创新与实践”的成果之一。

物理实验是科学实验的重要组成部分,在科学、技术的发展中有着独特的作用和意义。在物理学发展中,人类积累了丰富的实验方法,创造出各种精密的仪器设备,涉及广泛的物理现象,这使物理实验课程有了十分充实的教学内容。物理实验中的研究方法、观察与分析手段、各种常规与精密的仪器设备在现代科学与工程实践中均具有极大的普遍性、综合性、多样性和广延性,它构成了现代工程技术人员必备的知识结构的重要部分。在教材的编写中,我们继续保持了物理实验核心内容的科学性、系统性和完整性,同时考虑到构建与应用型人才<sup>3</sup>培养相适应的<sup>4</sup>大学物理课程体系是实现本课程教育创新的时代要求,因此,教材编写的重心也相应向下述几个方面作了适当的移动:

(1) 教材编写定位在基础性实验课程,精选那些相对稳定,又具有迁移价值,且能长期起作用的核心知识。因此对科学与工程实践所需的基础知识予以了加强,这主要体现在基本的实验方法、实验技术,基本的仪器(设备)的正确使用,实验误差的正确认识、处理与分析等,同时对这些内容的处理进行了探索与创新。

(2) 实验教学内容分为基础性实验、综合性实验、提高性实验、设计性实验、计算机模拟与仿真实验等六个层次,以更好地体现分类指导与因材施教的原则。

(3) 一门学科之所以成为学科,其必要条件之一是形成了自己的科学方法,因此,在本教材中体现并重视对方法的系统阐述、指导与训练,并以实验内容为载体,来实现实验所用的各种基本方法(如比较法、放大法、平衡法、补偿法、转换法、模拟法、干涉法、示踪法等)和各种实验数据处理的基本方法(如图示法、图解法、逐差法、回归法等)及对教学的基本要求。重视培养学生掌握实验观察、分析与研究的基本方法,了解其实际意义与价值。以方法为纲来构建教材的教学内容体系是我们对教学内容进行创新处理的重要特点之一。

(4) 基于我们的教学对象将是在工程实践第一线工作的工程技术人员,因此每一个实验的开始均有一段引言,引言主要反映这样几个方面的内容:实验

的历史背景、实验的方法或实验技术在工程中的实际意义、实验所观测的物理量的重要价值等。

(5) 实验数据处理的技术平台定位在电子表格软件 Excel 上。将 Excel 用于物理实验中,不用编程即能执行数据处理、分析、统计、查询等功能。它的函数功能丰富,数据作图功能齐全,对实验数据处理的正确、高效、多样、快捷和便利有积极意义。这对于工作在工程实践第一线的工程技术人员来讲是有实际意义的。

(6) 考虑到网络技术对现代生活与教育的重要影响,构建以计算机和网络技术为基础的教育教学新平台是现代教育发展的重要方面,教材应有这一方面的体现,为此我们编写了“国内外部分著名物理实验室及 WWW 网址介绍”一章,以帮助学生开拓学习的视野,使教学内容得到及时而充分的外延和深化,并提供更多的在线背景知识。

(7) 科学技术教育与人文素质教育的结合是现代高等教育的改革与发展方向,教材作为传递人类优秀文化的重要载体,应蕴涵丰富的道德培养因素,这也是教材所需要的教育性决定的。理工科教材的主要功能是培养和提高学生的业务素质,但也应该兼具培养其他多方面素质的功能,让学生在学习专业知识和技能的同时,也能受到全面的素质培养。为此我们在教材中编入一些既与课程内容相关,又有一定的知识性和广延性的内容,以吸引或引导学生学习本课程,如“现代实验室制度的发展”、“世界十大经典物理试验”、“百年诺贝尔物理学奖与物理实验”等内容。篇幅不太大,只起一个引导作用。

本教材的基本教学时数为 32~48 学时,其中一些知识性、广延性和进一步深化的内容可在教师的指导下进行课外学习或讨论。

本教材是“21 世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”研究课题的成果,由唐曙光(§2-6、实验 5-8、实验 5-10、实验 5-12)、陆兴中(实验 5-1、实验 5-4、实验 5-5)和李平(其他)编写。教材的框架、统稿、定稿由李平承担。

本书在编写过程中,得到了全国高等学校教学研究中心和高等教育出版社的大力协助与支持;中国科学技术大学汪秉宏教授、王晓蒲教授,南京大学沙振舜教授,扬州大学陈小兵教授,北华大学张伟森教授对本书的编写也给予了热忱的关心,编者谨向他们表示深深的谢意。

由于编者水平有限,教材中难免有不妥之处,敬请读者批评指正,并在使用过程中,把您的感受和意见及时告诉我们,以利于我们将来作进一步的修订。

编者

2003 年 8 月于南京

策划编辑	刘 伟
责任编辑	杨树东
封面设计	于文燕
责任绘图	黄建英
版式设计	张 岚
责任校对	尤 静
责任印制	孔 源



## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581698/58581879/58581877

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn 或 chenrong@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务部

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

# 目 录

第一章 导论	1
§ 1-1 科学实验与物理实验课程概述	1
§ 1-2 物理实验课程的任务与基本要求	3
§ 1-3 物理实验教学的三个基本环节	5
第二章 测量误差与实验数据处理	8
§ 2-1 测量与误差	8
§ 2-2 测量不确定度简介	11
§ 2-3 有效数字及其运算法则	14
§ 2-4 实验数据处理的基本方法	19
§ 2-5 实验测量结果的表示	28
§ 2-6 用 Excel 软件进行实验数据处理	30
§ 2-7 计量单位制和量纲	35
第三章 物理实验中常用的测量方法	40
§ 3-1 比较法	40
§ 3-2 放大法	41
§ 3-3 平衡法	43
§ 3-4 补偿法	43
§ 3-5 转换法	45
§ 3-6 模拟法	47
§ 3-7 干涉法	48
第四章 基础实验	49
实验 4-1 物理实验中基本仪器的正确使用	49
实验 4-2 正态分布的实验研究	56
实验 4-3 误差分配和实验仪器选择的关系研究	60
实验 4-4 用伸长法测钢丝的杨氏模量	62
实验 4-5 刚体转动惯量的实验研究	69
实验 4-6 静电场的模拟与描绘	73

实验 4-7	惠斯通电桥法测电阻 .....	78
实验 4-8	示波器的工作原理与使用 .....	83
实验 4-9	光的等厚干涉现象——牛顿环的实验研究 .....	90
实验 4-10	分光计的工作原理和使用 .....	94
<b>第五章</b>	<b>综合与提高实验 .....</b>	<b>101</b>
实验 5-1	电表的改装与校正 .....	101
实验 5-2	光栅的特性分析与应用 .....	105
实验 5-3	用相位法、干涉法测定声速 .....	110
实验 5-4	电子束的电偏转研究 .....	116
实验 5-5	电子束的磁偏转研究 .....	122
实验 5-6	霍耳效应及应用 .....	127
实验 5-7	迈克耳孙干涉仪的工作原理与使用 .....	131
实验 5-8	钠黄光双线波长差的实验研究 .....	135
实验 5-9	密立根油滴实验 .....	137
实验 5-10	弗兰克-赫兹实验 .....	142
实验 5-11	光电效应和普朗克常量的测定 .....	147
实验 5-12	全息照相与观察 .....	152
<b>第六章</b>	<b>设计性实验 .....</b>	<b>156</b>
实验 6-1	自组望远镜 .....	157
实验 6-2	驻波法测振动频率 .....	159
实验 6-3	线性电阻和非线性电阻的伏安特性研究 .....	160
实验 6-4	液体动力粘度的测定 .....	163
实验 6-5	超声光栅的构建与观察 .....	165
<b>第七章</b>	<b>计算机仿真实验 .....</b>	<b>167</b>
§ 7-1	计算机仿真实验介绍 .....	167
§ 7-2	计算机仿真实验示例——偏振光的研究 .....	169
<b>第八章</b>	<b>计算机模拟实验 .....</b>	<b>174</b>
实验 8-1	分形的计算机模拟实验 .....	175
实验 8-2	混沌的计算机模拟实验 .....	178
实验 8-3	逾渗的计算机模拟实验 .....	181

第九章 国内外部分著名物理实验室及 WWW 网址介绍 .....	185
§ 9-1 现代实验室制度的发展 .....	185
§ 9-2 统一联网地址 .....	187
§ 9-3 国外部分著名物理实验室及 WWW 网址介绍 .....	189
§ 9-4 国内部分著名物理实验室及 WWW 网址介绍 .....	194
附录一 世界十大经典物理实验 .....	201
附录二 百年诺贝尔物理学奖与物理实验 .....	208
附录三 中华人民共和国法定计量单位 .....	215
附录四 附表 .....	218
附表 1 基本物理常量 1998 年推荐值 .....	218
附表 2 常用仪器量具的主要技术指标和极限误差 .....	219
附表 3 20℃ 时常用固体和液体的密度 .....	220
附表 4 常用金属的弹性(杨氏)模量 .....	221
附表 5 液体的动力粘度 .....	221
附表 6 常用光源的谱线波长 .....	222
附表 7 常用电气仪表面板上的标记符号 .....	222

# 第一章 导 论

## § 1-1 科学实验与物理实验课程概述

科学实验是研究自然规律与改造客观的“基本手段”。所谓实验就是根据现有的科学理论和一定的目的，通过相应仪器设备，在人为的条件下，控制、模拟或再现自然现象，检验某种科学思想并寻求相应的规律。科学实验可凭借实验室的优越条件，超越生产实践和自然条件的某些局限性，走到生产实践的前面，为生产技术的发展开辟出新的道路。实验与科学理论有着密切的联系，是基础科学赖以生存和发展的基础。科学理论上的诸多争论，最终靠实验作出判断；错误理论的修正，也是靠实验完成；诸多重要理论都是在总结实验结果的基础上得出的；实验是检验科学理论的惟一手段，实验与科学理论相结合，便产生了种种不同类型的科学技术。

科学实验是知识创新的源头，任何新的科学知识都来源于实验，没有实验就没有知识创新。要树立实验第一的思想，实验检验理论，实验在理论之先，这是一个重要观点。

科学实验大体上包括这样几个步骤：观察—测量—整理数据—总结规律—提出新问题—设计新实验，然后周而复始到新一轮实验，如此循环上升，科学不断前进。在实验教学中，我们要认真分析这些环节，注意在每一个环节中去启发自己的创造精神和能力。

**观察** 要学会观察现象，培养观察能力。观察要有一定的知识或经验准备，要有一种好奇心，要明察秋毫，才能有所发现。观察是科学发现的起点。

**测量与整理数据** 在观察基础上要进行测量，以获得事物之间的数量联系。要测量，就要学会运用最新的测量手段、测量仪器和测量方法，要知道测量的误差和精密度、准确度。测量对科学发展是非常重要的。科学测量精确度提高，测得的数据小数点后面多一位，往往意味着科学上重大发现的诞生。所以测量技术也是一种重要的科技生产力。从1901年到2001年的百年诺贝尔物理学奖中，有1/3以上是授予在测量技术和方法上有重大创新的物理学家。测量方法一改进，新现象、新效应就会随之而来。有些东西是很难测量的，真正

的数据常常隐藏在噪声和无规的现象后面，只有通过先进的测量技术和合理的数据处理方法才可能找出正确的规律，得到正确的测量值。

**总结规律** 找出事物之间的定量关系是一切科学的重要任务。为了使测量的量值精密和准确，有许多创新的精神和方法需要学习和训练。在测量阶段还可培养自己严谨、严密的精神和严肃的态度。

对实验结果的科学总结，可以得到一般性的规律或上升为理论。在这个基础上，还要与已有的科学理论做比较，看看实验结果与理论是否相符，已有理论能不能解释所有问题。你可能发现现存理论解决不了所有问题，就会提出新问题。在此基础上，就要设计新的实验来解决新的问题。在总结规律时创造性非常重要，为了解决一些新问题需要提出与过去规律完全不同的东西，这就要有一种发展思维，扩散思维。提出与众不同的东西、新的东西是要有很大胆识的。我们要培养自己在总结实验过程中提出一些新东西的能力。

创新需要大胆，但在测量、处理实验数据、整理总结实验结果的时候，要非常强调严密的逻辑思维和求是精神。实验中培养创新精神和能力，需要认真地分析每一个实验的全过程，实验中的每一个阶段和每个环节都有它特殊的一面，但构成了一个完整的创造过程。我们要在实验全过程中，培养自己的创造能力，使它们成为教学过程中自觉的东西，这是实验教学的一个重要点。

物理实验是科学实验的重要组成部分之一，在科学、技术的发展中有着独特的作用和意义。在物理学史上，首先把科学的实验方法引入到物理学研究中来，从而使物理学走上真正科学道路的是16世纪的意大利物理学家伽利略。他所设计的斜面实验就蕴藏着极为丰富的科学实验的思想。

(1) 在斜面实验中，有意识地忽略了空气阻力等一系列的次要因素，形成了理想化的物理条件，抓住了问题的本质，从而获得了超越这一实验本身的特殊条件的认识，这恰是科学实验不同于自然观察之处。

(2) 斜面使人们可方便地改变实验的测量条件，并观察相应的实验结果。这是科学实验区别于自然观察的又一特点。他选择斜面做实验，是为了延长物体在它上面下滑的时间，以适应当时的时间测量条件。这种实验构思极其巧妙，使原来在自由落体运动中难以测量的时间变得容易测量了。

(3) 伽利略在实验研究的基础上还用推理、概括的方法，得到了超越实验本身的更为普遍的规律，即物体在光滑水平面上运动是等速直线运动，而且过渡到铅直情况，他推论出各种物体的自由下落是作等加速直线运动。

(4) 把数学与实验密切地结合了起来，把各个物理量之间的关系用数学表达式表示出来，揭示了各个物理量之间的内在联系，从而把实验结果上升到普遍的理论高度。

伽利略的这些卓越的实验思想和实验方法，对我们的实验教学仍有重要的

启示。在科学技术的发展史上，科学实验的出现是一个重要的分水岭，在这以前，科技进步缓慢；在这以后，科技进步迅速。

科学实验与生产实践和自然现象是有着本质的不同的，实验能在一定条件下再现某一自然现象，让人们有时间、有机会去研究现象产生的原因和规律；实验能把复杂的自然现象分解为若干简单的现象，以进行个别和综合研究；实验还可以实现对研究对象的人为控制，以及对现象进行比较和分析。

在物理学发展中，人类积累了丰富的实验方法，研制出各种精密的仪器设备，涉及广泛的物理现象，这使得物理实验课程有着十分充实的教学内容。在物理实验课程的教学过程中，要充分认识到从事实验工作，动手能力的形成是以实验的基本知识、基本方法、基本技能的熟练掌握为基础的，因此要求学生主动地寻找和接受这些方面的训练与培养。

实验教学具有很强的联系实际的特点；实验教学既具有继承性，更具有创造性；实验教学是整个教学计划中的重要组成部分。它从实验课程的特有规律出发，强调了实验方法的训练和实验素质的培养，为科学研究和工程实践准备了必要的技术基础和相关素养。良好的实验素养主要体现在：①良好的观察习惯；②正确、规范地操作实验设备仪器；③正确地记录和处理实验数据；④对实验结果的分析与思考；⑤学会用实验的手段去解决实际问题。

## § 1-2 物理实验课程的任务与基本要求

科学实验本身有自己的一套理论、方法和技能，作为基础性的知识它们是相对稳定的，逻辑性较强，并具有较广泛的可迁移性。但要掌握好这套实验知识，需要由浅入深、由简到繁地逐步学习、训练和提高。物理实验课程正是对学生进行科学实验基本训练的一门独立的必修的实验基础课程，是学生进入学校学习后系统地接受实验方法和实验技能训练的第一门实验课程，它为学生学习后续课程的实验和进行工程实验打下必要的基础，也可培养学生用实验方法去发现问题、分析问题和解决问题的能力。同时，它对提高学生的科学实验素养，帮助学生建立辩证唯物主义世界观和方法论也起着积极的作用。

可重复检验性是科学实验的一个显著标志。物理实验教学就是基于这一性质而进行活动的。物理实验教学中包含的全部实验项目都是前人已经完成了的科研成果，物理实验教学的要求是，通过亲历这些实验对大学生进行基本实践能力和基本科学素质的训练和培养。因此，从这个意义上说，物理实验教学的本质，就是为大学生在今后从事科学研究与工程实践的具体工作中，能够有创造性地实现自身和事业的发展奠定基础。

低年级的大学生正处于接受知识的阶段，即主要进行基本知识和基本技能

方面的培养,突出对人的全面发展进行培养的基础教育,抓好素质教育就是为实现创新教育打基础。

物理实验教学中进行创新教育,是先“温故”而后“知新”的一个渐进发展的过程,也只有在“温故”的基础上,才能够有“推陈出新”的可能。创新是对传统的批判继承,继承是创新的基础,没有继承就没有创新,创新是继承中的发展。因此物理实验的教学是对创新素质能力培养的一个打基础阶段。在实验操作手段与方法设计上,在实验操作的环节与内容的设计上,都是对大学生创新素质和创新能力的基础锻造。

物理实验课程的内涵十分丰富,覆盖的知识面和包含的信息量以及基本的训练内容都很宽广。除物理基础知识外,还涉及数学、测量学、误差理论和计算机科学等方面的知识。作为基础教学的物理实验,它不同于科学实验,一般都是些较为成熟实验,以教学为目的、传授知识、培养人才。

本课程的任务是:

(1) 知识方面:通过对实验现象的观察、分析和对物理量的测量,学习并掌握基本实验方法、基本实验技能及实验基础理论,了解实验的新技术与新知识。

(2) 能力方面:培养良好的观察习惯,综合实验能力与实验设计能力,正确地运用实验方法来判断结果准确性和总结规律的能力。

(3) 素质方面:通过物理实验的各个教学环节,培养创新意识、科学思维方式、实事求是的科学态度,严谨的工作作风,以及刻苦钻研探索与团结协作的精神。

本课程的教学基本要求是:

#### 1. 基本素质要求

- (1) 在整个实验教学过程中,应自觉遵守各项实验规则。
- (2) 必须完成规定的实验,以经历实验教学中各环节的基本训练。
- (3) 能撰写合格的实验报告。
- (4) 借助一定的计算工具,进行实验数据的规范处理。
- (5) 培养独立操作能力的同时,也应强调团结协作精神。

#### 2. 基本实验技能及实验方法要求

- (1) 借助相关资料(实验指导书,仪器说明书等)能够调整常用仪器和实验装置,并掌握一系列操作的基本技术。
- (2) 了解一系列常用仪器和装置的性能,并学会使用方法。
- (3) 能够对常用物理量进行一般测量,并做出相关不确定度的分析。
- (4) 了解比较法、放大法、模拟法、干涉法、补偿法等常用的测量方法。
- (5) 理解测量误差的基础知识,并具有处理实验数据的初步能力。



## § 1-3 物理实验教学的三个基本环节

一般实验教学可分为实验预习、实验操作和撰写实验报告三个环节。

### 一、实验预习

实验预习是为实验操作做准备的,通过实验预习应明确三个问题:做什么?怎么做?为什么?为此需要做到:

(1) 认真阅读实验指导书、参考资料等,事先对实验内容作全面的了解。对于验证性实验应充分理解与验证的规律有关的概念、理论以及物理过程;对于探索性实验应充分熟悉与实验有关的知识以及要研究的物理过程和期望得到的带有规律性的物理现象,明确实验目的与要求。

(2) 弄清实验中使用的 basic 仪器的构造原理、操作规程、读数原理和方法及注意事项。特别对注意事项,不仅要仔细看,还要牢记,否则会造成仪器损坏,甚至人员事故。对真正弄不懂的部分,应作记录,在进入实验操作环节时,再向实验指导教师请教。只有这样,才能在实验中克服盲目性,才能充分相信自己的测量结果和由这些测量结果得出的结论,从而达到实验目的。

(3) 预测实验中可能出现的问题。通过对问题的预测,一方面可使实验者进一步熟悉实验步骤与过程,另一方面可以减少实验中的失误,提高实验效率,做到集中注意力解决实验中的主要矛盾。

(4) 拟定实验步骤、数据表格等,并在实验操作前交实验指导教师审阅,经认可后再做实验。

(5) 若学校在校园网上提供了《大学物理实验》计算机辅助教学软件,可通过软件进行相关内容的仿真实验操作,由此建立起一定的感性认识。

### 二、实验操作

实验操作是整个实验教学中最重要的一环,动手能力、分析问题和解决问题等能力的培养,主要在具体实验操作时完成。在该环节中,学生在教师指导下独立地进行仪器的正确安装和调整,各种实验现象的仔细观察,实验原始数据的完整记录。为此要注意下述几方面的问题。

(1) 掌握“三先三后”的原则,即先观察后测量;先练习后测量;先粗略后细测。

(2) 注意“三基”,即实验的基本知识,基本方法和基本技能,抓住重点。

(3) 不要单纯追求实验数据,应学会分析实验问题。在实验过程中,会出现在教材等资料中没有提到的、或是与原先的估计不吻合的现象。对这类现象