新编物理实验

主　编　李学慧
副主编　赵佳明　刘　军
主　审　唐福深

大连理工大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目(CIP)数据

新编物理实验/李学慧主编 .- 大连:大连理工大学出版社,1999.9
ISBN-7-5611-1681-0

Ⅰ.新… Ⅱ.李… Ⅲ.物理-实验-高等学校-教材 Ⅳ.O4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 38785 号

大连理工大学出版社出版发行
大连市凌水河 邮政编码 116024
电话:0411-4708842 传真:0411-4708898
E-mail:pdut@pub.dl.lnpta.net.cn
大连理工大学印刷厂印刷

开本:787× 1092 毫米 1/16 字数:437 千字 印张:17.5
印数:1—3050 册
1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑:于明珍 责任校对:文 青
封面设计:孙宝福 版式设计:习 文

定价:26.00 元

序

当前大连大学正在按照 21 世纪对人才培养目标的要求，全面推进素质教育，深化对教学内容和课程体系的改革。而教材的建设是教学内容和课程体系改革的最基础性的工作，《新编物理实验》一书的应运问世，又为我校的教学改革送来一股春风。

物理实验是我校理、工、医等各专业本专科学生必修的基础课，它的显著特点是具有实践性和基础性。

在实验课堂上，学生为了完成某一实验课题，必须亲自动手做、用眼看、用耳听，然后做出分析判断。只有在这样的环境条件下才能产生创新思维，培养分析和解决问题的能力。这门课程的内容十分丰富，学生能够从中领略物理学家为物理学的发展和社会进步所做出的杰出贡献，从中也能学到他们卓越的物理思想、巧妙的实验设计和精采的分析及解决问题的方法。这些思想和方法已经超越了物理学科的范畴，对于所有其它专业技术领域中的科技工作者和大学生都具有普遍的指导作用，学习这些思想和方法将会终生受益。

物理实验是一门基础课，不仅是后续实验课的基础，也是未来从事科技工作的基础。“九台之上，起于垒土；千里之行，始于足下”。要想在未来的技术岗位上有所成就，必须从狠抓基础训练开始。学生对自己未来目标的期望值越高，他的基础就应当打得越深。

本书的编写构思颇具新意，作者按照“预备性实验、基础性实验和选做实验”的三段式课程体系构筑了本书的框架。对于三段式课程体系，我想有三点是特别值得评价的：其一，这样的安排主动适应了学生的接受能力，符合循序渐进的教学原则；其二，突出了学生的主体地位，把教师的主导作用和学生的主体作用较好地结合起来，积极实行启发式、讨论式和研究式的教学方法，激发学生独立思考和创新意识，切实保证了教学质量的提高；其三，三段式的课程体系为学生提供了早期参加科学实验训练的环境和条件，为培养学生的综合能力和素质开辟了一个新的、有效的途径。

本书的选材也具有新颖性。书中除了收入一些经典实验外,还编入了相当数量的设计性实验、应用性实验和探索性实验,这些选题既注重创新能力的培养,又注重贴近现代社会生活实际,对于提高兴趣、开发潜能具有重要价值。还应提及的是,这些装置中,有很多是作者及实验室的老师们利用寒暑假及双休日,在无任何报酬的情况下为学生们制作的,也有一些是作者多年来科研成果的浓缩,这里渗透着老师们辛勤耕耘的汗水,也凝聚着对学生的无限期望。

最近几年来,物理实验课程的改革取得了一些积极的成果,在本书出版的时候,我愿意向他们表示祝贺,并对他们以探索和创新精神所从事的工作表示诚挚的感谢。祝他们在今后的教学改革实践中取得更大的成功。

陈维华

1999 年 7 月 12 日于大连

前　　言

本书是在认真学习周远清同志《在第十一次全国普通高等学校教学工作会议上的讲话》(教育部办公厅[1998]4号文件)及《高等工业学校物理实验课程教学基本要求》、《综合大学、师范院校普通物理实验教学基本要求》的基础上,认真总结我校物理实验教学改革的经验编写而成的,是辽宁省教委高等学校教改的科研项目。

“预备性实验、基础性实验、选做实验”是我校物理实验的三段式课程体系,也是本书的写作框架。全书共分六章,其中第三章收入预备性实验10项,第四章收入基础性实验33项,第六章收入选做实验17项。

第一章是物理实验的预备性知识,介绍了实验课前应当做的准备工作及操作课上应注意的事项,这是科技人员应具备的最基本的科学素养,学生在作某一实验课题时,应该经常地反复阅读有关内容,它不仅能使学生事半功倍地完成实验课题,更重要的是能在潜移默化中培养学生严谨的治学态度和科学的思维方法。

第五章是选做实验的基本知识。在这一阶段,由学生独立选题、独立操作、独立查阅资料、独立撰写课程论文。设置这一章的目的是为了帮助学生根据选题正确地选择测量仪器、测量方法和正确地估算测量误差,并对课程论文的写作方法提供指导和帮助。这一章是选做实验阶段必读的自学材料。

第二章是物理实验数据的处理方法。根据我国《数据处理技术规范》的基本精神,结合本门课程的实际,作了大量的简化编写而成。目前许多高等学校的物理实验教学中都引入了不确定度理论,但对某些概念的理解和运用上还存在一些差异。本书在处理这一类问题时,力求做到科学性、简洁性和通用性的完满结合,使物理实验数据的处理方法与后续实验课程的数据处理方法相一致,也与当代社会生产与科技部门的相关法规相一致。

实验教材的编写是一项集体的事业,在本书写作过程中始终得到了物理系老师的关心和帮助,校领导、设备处和教务处的同志也给予了有力的支持,陈维

需要全本请访问 www.ertongbook.com

华同志在百忙中为本书作序,在此一并表示深深的谢意。

参加本书编写的人员有李学慧(第一章、第五章及实验三、十二、十六、二十七、三十二、三十七、四十四、四十五、四十六、四十八、五十四、五十六、五十七、五十八)、赵佳明(实验一、四、九、十四、十八、二十、二十五、三十三、三十四、三十六、四十三、五十三、五十九)、刘军(实验二十六、三十、三十一、三十五、四十二、五十、五十一、五十五)、徐朋(实验二、五、六、七、十一、十七、二十一、二十四、二十八、二十九)、于有凡(实验三十八、三十九、四十一、五十二)、周冰(实验十、十三、二十二、二十三)、王连涛(实验八、十九、四十、四十七)、刘锋(实验四十九、六十)、戚菲(实验十五)、张萍(附录)、唐福深(第二章)。

唐福深审阅了全部书稿。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编　者

1999 年 9 月于大连

目　　录

序

前　言

第一章　物理实验的预备知识 …… 1

1.1　物理实验课程的地位和作用 …… 1

1.2　物理实验课程的教学目的和任务 …… 1

1.3　物理实验教学活动的三个阶段和四个环节 …… 2

1.4　读数和记录 …… 3

1.5　电学实验的预备知识 …… 4

1.6　光学实验的预备知识 …… 6

第二章　物理实验数据的处理方法 …… 9

2.1　引言 …… 9

2.2　几个基本概念 …… 10

2.3　直接测量的数据处理 …… 12

2.4　间接测量的数据处理 …… 18

2.5　双变量测量的数据处理 …… 22

2.6　有效数字及其运算 …… 27

2.7　袖珍计算器的使用 …… 29

第三章　预备性实验 …… 33

实验一　长度与体积的测量 …… 33

实验二　密度的测量 …… 37

实验三　惠斯通电桥 …… 41

实验四　用牛顿环法测平凸透镜的曲率半径 …… 45

实验五　单摆 …… 50

实验六　复摆 …… 53

实验七　可逆摆 …… 54

实验八　透镜焦距的测量 …… 57

实验九　落球法测量液体粘滞系数 …… 61

实验十　混合法测量比热容 …… 64

第四章 基础性实验 …… 67
实验十一 金属杨氏弹性模量的测量 …… 67
实验十二 热电阻和热敏电阻温度特性的测量 …… 71
实验十三 水的表面张力系数的测量 …… 73
实验十四 用模拟法测绘静电场 …… 76
实验十五 金属线胀系数的测量 …… 79
实验十六 用板式电位差计测电池的电动势和内阻 …… 82
实验十七 三线摆测转动惯量 …… 85
实验十八 分光计的调节和使用 …… 88
实验十九 迈克尔逊干涉仪测钠光波长 …… 96
实验二十 用自由落体仪测定重力加速度 …… 99
实验二十一 简谐振动的研究 …… 102
实验二十二 水的汽化热的测量 …… 106
实验二十三 不良导体导热系数的测量 …… 108
实验二十四 验证牛顿第二定律 …… 110
实验二十五 热电偶的定标与测温 …… 113
实验二十六 冲击法测量磁感应强度 …… 117
实验二十七 示波器的使用 …… 121
实验二十八 电子束线的偏转 …… 127
实验二十九 电子束线的聚焦 …… 132
实验三十 灵敏电流计的研究 …… 137
实验三十一 声速的测量 …… 141
实验三十二 冲击法测磁化曲线 …… 144
实验三十三 RCL 串联电路暂态过程的研究 …… 147
实验三十四 RCL 串联电路稳态特性的研究 …… 153
实验三十五 用双臂电桥测低电阻 …… 160
实验三十六 用霍尔效应测量磁场 …… 165
实验三十七 电表的改装和校正 …… 171
实验三十八 透镜组基点的测定 …… 175
实验三十九 单缝衍射相对光强的分布 …… 178
实验四十 液体折射率的测量 …… 181
实验四十一 平行光管的调节和使用 …… 183
实验四十二 用光电效应测量普朗克常量 …… 188
实验四十三 偏振光的研究 …… 191
第五章 选做实验的基本知识 …… 198
5.1 选做实验阶段的教学安排 …… 198

5.2　物理实验课程论文的写作要求 …… 199
5.3　实验设计技术基础 …… 201
第六章　选做实验 …… 208
实验四十四　万用表的设计和组装 …… 208
实验四十五　伏安法测电阻的误差分析与仪表选择 …… 213
实验四十六　测温电桥的电路设计、安装与使用 …… 216
实验四十七　硅光电池的线性响应 …… 220
实验四十八　示波法观测磁滞回线 …… 222
实验四十九　声光效应和声光调制 …… 225
实验五十　用冲击法测量高电阻 …… 229
实验五十一　用冲击法测量电容 …… 230
实验五十二　薄膜厚度的测量 …… 232
实验五十三　电冰箱制冷系数的测量 …… 233
实验五十四　感应法测磁场分布 …… 236
实验五十五　全息照相 …… 240
实验五十六　直流控制电路输出特性的研究 …… 244
实验五十七　磁流体表观密度随外磁场变化规律的实验研究 …… 248
实验五十八　磁流体密封泄放压与外磁场变化关系的研究 …… 249
实验五十九　传感器的应用研究——电子秤 …… 250
实验六十　电饭锅温度控制电路的设计和组装 …… 253
附　表 …… 256
附表 1　长度的测量 …… 256
附表 2　质量的测量 …… 258
附表 3　时间和频率的测量 …… 259
附表 4　温度的测量 …… 259
附表 5　SI 国际单位制简介 …… 261
表 5.1　SI 基本单位 …… 261
表 5.2　SI 辅助单位 …… 261
表 5.3　用 SI 基本单位表示的一部分 SI 导出单位 …… 261
表 5.4　用 SI 辅助单位表示的一部分 SI 导出单位 …… 262
表 5.5　SI 词头 …… 262
表 5.6　用专门名称表示的一部分 SI 导出单位 …… 262
表 5.7　具有专门名称的 SI 导出单位 …… 263
表 5.8　国家选定的非国际单位制单位 …… 264
附表 6　常用基本物理常量 …… 264
附表 7　常用物理数据 …… 265

表 7.1 20℃时一些物质的密度 …… 265
表 7.2 水在不同温度时的密度 …… 265
表 7.3 不同纬度海平面上的重力加速度 …… 266
表 7.4 20℃时某些金属的杨氏弹性模量 …… 266
表 7.5 某些物质中的声速 …… 266
表 7.6 某些液体的粘滞系数 …… 267
表 7.7 某些物质的比热容 …… 267
表 7.8 水的沸点(℃)随压力 p(bar)的变化 …… 268
表 7.9 在 20℃时与空气接触的液体表面张力 …… 268
表 7.10 不同温度下与空气接触的水的表面张力 …… 268
表 7.11 固体的导热系数 …… 268
表 7.12 固体的线胀系数 …… 269
表 7.13 金属和合金的电阻率及其温度系数 …… 270
表 7.14 一些液体的折射率 …… 270
表 7.15 一些晶体及光学玻璃的折射率 …… 270

第一章　物理实验的预备知识

1.1　物理实验课程的地位和作用

物理学史上的许多重大发现,都有力地推动了产业革命的发生和社会的变革,而物理学的每一重大发现和研究成果无不是在实验室里孕育成功的,实验室从来都是众多技术革命的发源地。

自伽利略为代表的一批杰出物理学家创立了《实验物理学》之后的几百年间,把物理实验方法与物理规律的研究结合起来,形成了完整的科学实验思想体系,把物理实验方法发展到了一个崭新的高度,这些思想体系与实验方法已成为人类伟大的科学宝库之一,那些卓越的实验设计、巧妙的物理构思、高超的测量技术、精心的数据处理、精辟的分析判断为我们展示了极其丰富的物理思想,提供了解决问题的有效方法。今日之学者,领略当年这些思想和方法,仍然激动不已。学习和掌握这些思想和方法对任何专业的大学生都是终生受用的宝贵财富。

长期以来,中国教育的传统特点是“以课堂为中心,以教师为中心,以教科书为中心”,其结果只能是记忆和积累前人留下的遗产而忽视了创新能力的培养。中国学生以刻苦著称,但创新能力往往很差;中国学生不乏奥林匹克数理化竞赛的金牌获得者,而中国大陆科技界却无人问津诺贝尔科技奖,我国工程技术人员已达 580 万,在数量上占世界之首,但我国的工业总产值仅是美国的十分之一,人均产值就更低。技术队伍数量之庞大与经济技术的落后形成了鲜明的对照。究其原因,主要是我国高等学校培养出来的科技人员的创新能力严重不足。

江泽民同志指出:“创新是一个民族的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力,……一个没有创新能力的民族,难以屹立于世界先进民族之林。”培养学生的创新能力是我国高等教育的重要任务,也是物理实验教学的重要任务。在培养创新精神、创新思维和实际的创新能力方面,物理实验课程具有其它任何课程都无法取代的独特作用。

1.2　物理实验课程的教学目的和任务

物理实验是对高等学校学生进行科学实验基本训练的一门独立的必修课程,是学生进

需要全本请访问 www.ertongbook.com

入大学后受到系统的实验方法和实验技能训练的开端,是理、工、医、药、农等各专业学生学习后续实验课程的重要基础。

本课程的教学目的和任务是:

1. 通过对实验现象的观察、分析和对某些物理量的测量,学习和掌握基本的物理实验方法,加深对物理原理的理解。

2. 培养学生科学实验的能力、分析判断能力和创新能力。

(1)能够通过阅读教材、对照仪器阅读使用说明书,独立做好实验前的准备工作。

(2)能够对实验现象做出初步的分析判断。

(3)能够正确记录和处理实验数据,绘制图线,说明实验结果,撰写出有见解的实验报告。

(4)能够完成简单的设计性实验。

3. 培养与提高学生的科学素质,即严谨的工作作风、严肃认真实事求是的科学态度、遵守纪律及爱护国家财产的优良品德,主动探索、勇于创新的开拓精神。

1.3　物理实验教学活动的三个阶段和四个环节

1.3.1　三个阶段

根据循序渐进的教学原则和把学习的主动权交给学生的构想,将整个实验教学过程分成预备性实验、基础性实验和选做实验三个阶段。

1. 预备性实验阶段

着重预备性知识和基本技能的训练,采用启发式和引导式的教学方法。

2. 基础性实验阶段

通过对某些物理量的测量,使学生领悟到为了解决测量任务中的某些难点问题所运用的物理思想和实验方法,从中培养学生分析问题和解决问题的能力。这一阶段采用讨论式、提案式的教学方法。所谓讨论式就是师生共同参与讨论;所谓提案式是经过有成效的讨论后,由学生把测量方案首先提出来。

3. 选做实验阶段

通过某些设计性、应用性和综合性实验,培养学生主动探索的精神和创新思维的能力,采用研究式和答辩式的教学方法。

1.3.2　四个环节

根据教学计划,每个学生要完成大约 16 个实验题目,不同阶段的实验题目采用不同的教学方法。但这些实验的教学过程也有相同之处,每完成一个实验大多要经过 4 个教学环节。

1. 课前阅读教材

课前阅读的目的是明确实验任务,了解实验原理和用到的实验仪器,大体上了解仪器的功能和实验应采取的步骤。

2. 对照仪器预习

学生来到实验室熟悉仪器,弄懂仪器的结构原理、操作方法和注意事项,做到对整个实验能统览全局,心中有数。

3. 课堂操作

这是物理实验课程最基本的教学环节,这一环节完成得好坏将决定整个实验的成败。学生进行操作前应提出预习报告,预习报告内容应包括实验名称、实验原理、原理图、测量公式、操作步骤及数据表。预习报告不拘格式,以有利于指导操作为原则,充分尊重学生的首创精神。在一般情况下,操作课上要求学生不翻教材或尽量少翻教材。

4. 课后撰写实验报告

实验报告是学生完成物理实验全过程的实验总结,是学生展示实验水平、发表实验见解的学习报告,也是锻炼学生进行科技写作的有效形式。根据物理实验的教学特点,并参照国家关于科技论文写作的有关标准和规范,建议实验报告应包括如下内容。

(1)实验名称;

(2)摘要(反映文章内容梗概和学习深度的短文 100～200 字即可);

(3)仪器设备;

(4)实验原理(简要)、测量公式及原理图;

(5)实验步骤及数据记录;

(6)数据处理(主要过程);

(7)结果报道;

(8)讨论。

写报告时,要做到内容完整、言简易赅;有见解,有观点;文理通顺,字迹工整;图表规范,结论明确。在报告中要详细介绍实验中遇到的问题和故障及解决的办法,这是书本上找不到的知识。对于数据处理,一定要持科学的态度,除非有充分理由,不要轻意舍弃数据。

在以往的报告中,存在的主要问题是:

(1)字迹潦草,句子与句子之间无标点符号;

(2)作图不用坐标纸、坐标纸尺寸不合适或数据点不清楚;

(3)有效数字取位不合理;

(4)大段照抄讲义,即无观点也无见解;

(5)抄袭别人的报告。

1.4　读数和记录

1.4.1　读数

测量仪器从被测对象获得的信息以各种形式标出,最常见的标出形式是在标尺上按指示器的位置得到读数。读数时应做到:

(1)有效数字取位要合理。

(2)要有足够的耐心,尤其在做多次重复测量时,要尽可能保证测量条件不变。不要过分

相信前几次的测量结果。当指示器再次接近标尺原刻线位置时,不要迫不急待地记下与前一次相同的读数,因为指示器可能还在缓慢地移动。

(3)应避免这样的误解:以为读数重复性好就是测量准确度高,其实不一定,很可能是仪器灵敏度不够,分辨率低或读数有主观误差。

(4)当读数出现异常时,就必须停止测量,检查整套实验设备是否失调,环境条件是否发生不应有的突变。找到原因后,超出预期范围的读数在计算时应予去除。

1.4.2　记录

任何测量都应该有详细的原始记录,它是记载全部测量过程的基础性材料,凭个人记忆是靠不住的,用零星的纸张记录可能记不全,时间久了,难免丢失。

(1)记录应打成表格形式并要设计成能按测量次序记下读数,以便于进一步计算。

(2)对某些不能直接得到测量值的标尺,读数应该直接记录,暂时不要做换算以免出错。

(3)记录落笔有误的地方,或者偶尔记下有粗大误差的“坏值”,这种数据允许删去,但不要涂改,更不要用橡皮擦去,“数据可不用,记录要留下”,因为分析测量结果时,有时某些数据有一定的参考价值。

(4)一组测量结束,应立即计算,以便随时判断测量过程是否正常,所用的整套设备和环境条件是否满足预期要求,学生进入实验室时,应随身携带袖珍型计算器。

1.5　电学实验的预备知识

1.5.1　直流电表的准确度等级

电表在使用过程中,由于本身机构缺陷及测量环境的影响使测量结果会产生误差。周围环境(如温度、湿度、电磁场等)产生的误差称为附加误差,这种误差可以避免。电表本身缺陷(如摩擦、标尺刻度不准、游丝残余变形、轴承装配不正等)产生的误差称为基本误差,基本误差的大小决定于电表的准确度等级。

实验室用的直流电表,其基本误差 r 用它的绝对误差 ΔA 与它的量限 A_m 之比来表示

$$r = \frac{|\Delta A|}{A_m} \times 100\%$$

按国家有关标准规定,若电表的准确度等级为 a,则在正常使用条件下,基本误差极限值不大于±a%,即

$$\frac{|\Delta A|}{A_m} \times 100\% \leq a\%, \quad |\Delta A| \leq A_m a\%$$

例如一只 $a = 1.0$, $A_m = 60\text{mA}$ 的电流表,它的绝对误差是 $\Delta I = 60 \times 1.0\% = 0.6\text{mA}$

电表一般分为 7 个准确度等级,分别是 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 5.0。被测量 A 一定时,为减小相对误差 $\frac{\Delta A}{A}$ 之值,使用电表时应采用适当的量限,使指针尽量接近满量程。常用电表表盘上的符号如表 1.1 所示。

表 1.1　常用电表表盘上的符号

名　　称	符　号	名　　称	符　号
指示测量仪表的一般符号	◯	磁电系仪表	
检流计	ⓐ	静电系仪表	
安培表	A	直流	—
毫安表	mA	交流(单相)	～
微安表	μA	交直流两用	D
伏特表	V	以满标百分数表示的准确度等级。如 1.5 级	1.5
毫伏表	mV	以指示值百分数表示的准确度等级。如 1.5 级	,?
千伏表	kV	标度尺为垂直放置	⊥
欧姆表	Ω	标度尺为水平放置	Π
兆欧表	MΩ	绝缘强度试验电压为 2kV	2
抗寒防潮能力强	C	接地	
抗寒防潮一般	B	调零器	
抗寒防潮差	A	Ⅱ级防外磁场及电场	Ⅱ　Ⅱ

1.5.2　标准电阻箱

标准电阻箱一般是由电阻温度系数较小的锰铜线绕制的精密电阻串联而成,通过十进位旋钮可使阻值改变,实验室用的 ZX-21 型标准电阻箱,它的阻值改变范围是 0.1Ω～99 999.9Ω。如果只取用 0.1Ω～0.9Ω的阻值,只需接‘0’和‘0.9Ω’两接线柱,以避免其余旋钮的接线电阻和‘零值电阻’带来的误差。ZX-21 型电阻箱的准确度等级为 0.1 级,当取电阻为 R 时,它的基本误差为 $\frac{|\Delta R|}{R} = 0.1 + 0.2\frac{M}{R}\%$,m 为使用的旋钮的个数。例如,当取用电阻为 R= 31 200.0Ω时,它的基本误差为:

$$\frac{|\Delta R|}{R} = 0.1 + 0.2\times\frac{6}{31\ 200}\% = 0.1\%$$

当取用电阻 R= 9.9Ω时

$$\frac{|\Delta R|}{R} = 0.1 + 0.2\times\frac{2}{9.9}\% = 0.14\%$$

1.5.3　电学实验中的接线

接线是电学实验的基本训练内容之一,接线时应注意:

(1)看懂电路图,弄清楚各仪器、元件在电路中的作用和相互关系,最好能默读下来。

(2)若电路比较复杂,可把整个电路分成若干个回路,在每一个回路中,各元器件可以串联连接,这样即节省时间又不易接错。

(3)先摆放元器件,然后连线。摆放元器件的原则是走线简捷、工作安全、操作方便。例如,实验中需要频繁操作的器件应离实验者近一些,带有高电压的器件应远离一些。有些学生在接线时,对各原器件放在什么位置心中无数,采取任其自然的态度,实验台上往往杂乱无章,给操作带来不便。

1.6　光学实验的预备知识

光学实验与力学、电学实验相比,它的突出特点是:(1)光学元件易腐蚀、易霉变、易磨损、易破碎,对仪器的维护、保养要求更高;(2)仪器调节对理论的依赖程度更紧密,光学仪器的调节若没有理论的指导,只能是事倍功半,甚至就像大海捞针,很难达到预期的目的;(3)实验能否成功,很大程度上决定于仪器调节能否取得成功。

1.6.1　光学元件和仪器的维护

透镜、棱镜等光学元件,大多数是用光学玻璃制成的。它们的光学表面都是经过仔细的研磨和抛光,有些还镀有一层或多层薄膜。对这些元件或其材料的光学性能(例如折射率、反射率、透射率等)都有一定的要求,而它们的机械性能和化学性能可能很差,若使用和维护不当,则会降低光学性能甚至损坏报废。造成损坏的常见原因有:摔坏、磨损、污损、发霉、腐蚀等。为了安全使用光学元件和仪器,必须遵守以下规则:

(1)必须在了解仪器的操作方法后方可使用。

(2)轻拿轻放,勿使仪器或光学元件受到冲击或震动,特别要防止摔落。不使用的光学元件应随时装入专用盒内并放在桌子的里侧。

(3)切忌用手触摸元件的光学表面。如必须用手拿光学元件时,只能接触其磨砂面,如透镜的边缘、棱镜的上下底面等(如图 1.1)。

图 1.1　手持光学元件的方式

Ⅰ.光学面;　Ⅱ.磨砂面

(4)光学表面上如有灰尘,用实验室专备的干燥脱脂棉轻轻拭去或用橡皮球吹掉。

(5)光学表面上若有轻微的污痕或指印,用清洁的镜头纸轻轻拂去,但不要加压擦拭,更不准用手帕、普通纸片、衣服等擦拭;若表面有较严重的污痕或指印,应由实验室人员用丙酮或酒精清洗。所有镀膜面均不能触碰或擦拭。

(6)防止唾液或其它溶液溅落在光学表面上。

(7)调整光学仪器时,要耐心细致,一边观察一边调整,动作要轻、慢,严禁盲目及粗鲁操作。

(8)仪器用毕应放回箱(盒)内或加罩,防止灰尘沾污。

1.6.2　消视差

在力学和电学实验中,凡对带有标尺的仪器进行读数时,都存在消视差的问题。若标尺与被测物不在同一平面上,就应该设法避免由于“视差”而带来的读数误差。例如,用木制米尺测量某物体上两条平行线 AB,CD 之间的距离,由于木尺有一定的厚度(厚度为 d),木尺的标尺平面便不可能与被测物在同一平面上。如图 1.2 所示。测量时,首先应将标尺的零线与 AB“对准”。而为了“对准”AB,首先必须将观测者的眼睛移向标尺零线的“正上方”,既不能偏左,也不能偏右,但这是很难做到的。唯一可行的办法是减小 d,d 越小“视差”也越小,当 d 为零时“视差”便可消除。

在光学实验中,也常常要通过(显微镜或望远镜的)目镜的“准线”(在分划板上的某一条分划线)来瞄准某一条被测刻线(或干涉条纹或光谱线),当被瞄准的刻线通过物镜所成的“刻线像”与分划板在同一平面时,则此时的瞄准没有视差,是可靠的;若“刻线像”不在分划板上,这时的瞄准存在“视差”,是不可靠的。消视差的调节就是调节分划板的位置或“刻线像”的位置,使二者距离 d 减小为零。如图 1.3 所示。判断 d 是否为零的方法是,在往复移动

图 1.2　标尺视差　　图 1.3　助视仪器的消视差调节

眼睛时,观察二者之间是否有相对位移。眼睛往复移动的幅度不要过大,视线始终不要离开目镜的视场,移动方向即垂直于目镜的光轴又垂直于准线。边观察边调节,直至二者无相对位移为止,这时瞄准视差便消除了。改变准线的位置要调节目镜,改变刻线像的位置要调节物镜。

1.6.3　共轴调节

光学实验中经常要用一个或多个透镜成像。为了获得质量好的像,必须使各个透镜的主光轴重合(即共轴)并使物体位于透镜的主光轴附近。此外透镜成像公式中的物距、像距等都是沿主光轴计算长度的,为了测量准确,必须使透镜的主光轴与带有刻度的导轨平行。为达到上述要求所进行的调节统称为共轴调节。调节方法如下:

(1)粗调。将光源、物和透镜靠拢,调节它们的取向和高低左右位置,凭眼睛观察,使它们的中心处在一条和导轨平行的直线上,使透镜的主光轴与导轨平行,并且使物(或物屏)和成像平面(或像屏)与导轨垂直。这一步因单凭眼睛判断,调节效果与实验者的经验有关,故称为粗调,通常应再进行细调(要求不高时可只进行粗调)。

(2)细调。这一步骤要靠其它仪器或成像规律来判断和调节,不同的装置可能有不同的具体调节方法。下面介绍物与单个凸透镜共轴的调节方法。

使物与单个凸透镜共轴,实际上是指将物上的中心点调到透镜的主光轴上。要解决这一问题,首先要知道如何判断物上的点是否在透镜的主光轴上,根据凸透镜成像规律即可判

需要全本请访问 www.ertongbook.com