

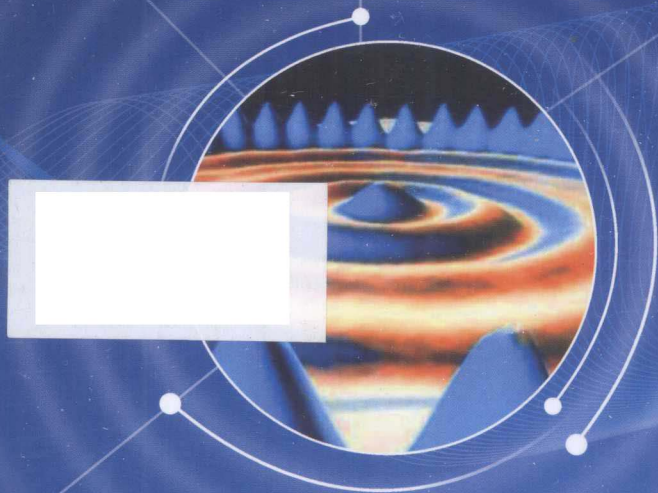


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

物理量测量

(第四版)

主 编 袁长坤 张静华
袁文峰 王家政



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

物理量测量

(第四版)

主 编 袁长坤 张静华
袁文峰 王家政

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据《高等工业学校物理实验课程教学基本要求》编写而成,立意新颖,突出物理量的测量.全书分章节介绍了测量的不确定度与数据处理,力学量、热学量与波动特征量测量,电磁学量测量,光学量测量,近代物理与综合性实验,设计性实验;书末附表还给出了常用物理量表.书中列出的不同层次的实验,内容比较全面,强调学生基本测量技能的培养和科学观念、科学行为的养成教育.

本书可作为高等工业学校各专业本、专科及理科类学生的物理实验教材,也可供成人教育学院、函授大学和职工大学选用或参考.

图书在版编目(CIP)数据

物理量测量/袁长坤等主编. —4 版. —北京:科学出版社,2014.12
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-03-042654-3

I. ①物… II. ①袁… III. ①物理量-测量-高等学校-教材 IV. ①O4-34

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 280591 号

责任编辑:窦京涛 / 责任校对:邹慧卿
责任印制:霍 兵 / 封面设计:迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

大厂书文印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 11 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014 年 12 月第 四 版 印张:30

2014 年 12 月第十一次印刷 字数:604 000

定价:49.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第四版前言

所谓物理实验,其实就是使用仪器仪表对相关物理量进行测量,不论是基础物理实验还是近代物理实验,概莫例外.有的物理量可以直接测量,有的物理量需要间接测量.通过物理量测量,可以验证物理学规律;也可以通过物理学规律,来创新物理量的测量方法.后者对培养学生的科学素养可能更为重要.

《物理量测量》一书出版以来,已经历三次修订.可以看出,以往历次修订都十分重视充实基础物理实验,如力学量、热学量、电磁学量、光学量的测量;历次修订都注意适当加强近代物理及综合性实验;历次修订越来越注重学生的创新能力培养,越来越注重设计性和应用性实验.该书实验项目内容覆盖面广,实验内容由浅入深,涉及实验仪器品种多,给学生提供实践研究的空间,对学生进行技能的培养和训练,使其养成良好的实验习惯和严谨的科学作风.

较前三版,新版的显著特点,是进一步加强了设计创新性实验.例如增加了光电设计及创新应用性实验 5 个(光照度计测量光照度、光功率计测量光照度、PSD 位移测量、光电转速里程测量、光电传感器的特性测量),光电探测综合实验 3 个(光敏电阻特性测试、光电二极管特性测试、光电三极管特性测试),光纤压力传感器测压力,以及感应式落球法测量液体黏度系数、用千分表法测量金属线膨胀系数、用悬丝耦合弯曲共振法测量金属材料杨氏模量、声速综合实验的研究等实验项目.让学生在掌握了大量的基础性试验的训练后,能有充足的设计性实验项目供他们选择,充分发挥学生动手和思考能力,进一步培养学生的自主研究能力,提高学生的设计水平和创新素质.

此次修订由袁长坤、张静华、袁文峰、王家政任主编,编委有耿雪、郝子文、闫兴华、刘玉金、李强、盛爱兰、穆晓东、王军、杨赞国.

荣玮教授对本书的编辑和修订提出了很多宝贵的意见和建议,并受邀担任本书的主审.

由于编者水平所限,错误在所难免,敬请读者指正.

编 者

2014 年 9 月于山东理工大学

第三版前言

《物理量测量》一书,从开始以《物理实验教程》为名出版,并在工科类大学投入使用,至今已经历了 17 个年头.期间经过更名及几次修订,使本书立意更加科学,内容更趋完善,编排更为合理,受到同行专家的好评.

我们知道,大学物理实验不只是对物理学理论的简单应用,也不只是对传统物理实验项目的机械重复,最重要的是让学生熟悉基本的科学仪器的使用方法,掌握常规物理量的测量方法,在此基础上设计物理量的测量方法和编制实验程序.概言之,大学物理实验承担了对学生进行科学实验的基础训练的功能.我们这次修订就是以进一步使学生得到科学实验训练为目的,除了更新一些必要的实验项目外,着力加强了设计性实验.本书由修订前的 11 个设计性实验项目增加到 17 个,覆盖了力学、热学、电磁学、光学和近代物理学.这样不仅可以方便实验指导教师增加设计性实验,同时也扩大了学生选择设计性实验项目的余地.

此次再版由袁长坤任主编,王家政、张静华、袁文峰任副主编,参加编写的有耿雪、郝子文、闫兴华、刘玉金、李强、盛爱兰、穆晓东、王军、杨赞国.

荣玮教授对本书的编辑和修订提出了很多宝贵的意见和建议,并受邀担任本书的主审.

在本书编写和修订过程中,得到了科学出版社及山东理工大学有关部门的鼎力支持和热情帮助,征求了许多实验指导教师的意见,也借鉴了兄弟院校的宝贵经验,在此一并致以诚挚的谢意.

由于编者理论水平和实践经验有限,书中疏漏和不妥在所难免,诚望读者不吝指教.

编 者

2012 年 11 月于山东理工大学

第二版前言

科学实验大多要涉及物理量的测量,在工程技术中,测量物理量的大小也是必不可少的.因此,对于理工科的学生来说,物理量测量是培养学生科学行为、训练学生基本技能不可或缺的重要课程之一.

大学物理实验教材《物理量测量》出版以来,以其新颖的立意,宽泛的内涵,系统而全面的内容受到使用者的青睐,在教学实践中收到了较好的效果.

随着科学技术的不断进步,仪器设备的更新换代,物理量测量的方法也不断得以改进.为了适应测量方法的改进,编者认为有必要对原书进行修订,删去某些相对过时的内容,增加若干新的测量方法.例如,随着科学技术的发展,微位移测量技术也越来越先进,这次新增加的实验项目“霍尔元件传感器测量杨氏模量”,采用先进的霍尔位置传感器,利用磁铁和集成霍尔元件间位置的变化输出信号来测量微小位移,并将其用于梁弯曲法测杨氏模量的实验中.又如以往测量导热系数和比热大多采用稳态法,使用稳态法要求温度和热流量均要稳定,因而导致重复性、稳定性、一致性较差,测量误差大.为了克服稳态法测量误差大的问题,此次引进了“准稳态法测导热系数和比热”.再如“用硅压阻式力敏传感器测量液体的表面张力系数”,用硅半导体材料制成的硅压阻式力敏传感器灵敏度高、稳定性好,并可以使用数字电压表直接读数.

此次修订版由袁长坤任主编,王家政、郝子文、闫兴华任副主编.参加编写的有刘玉金、李强、盛爱兰、穆晓东、耿雪、王军、张静华、杨赞国、袁文峰.

本书由荣玮教授主审,他对本书的编写给予了极大的鼓励和支持.

全书编写中,采纳了物理实验中心多年来的实验教学改革及实践的成果,征求了许多实验指导教师的意见,也吸收了兄弟院校的宝贵经验,在此表示衷心的感谢.

由于编者水平有限,时间仓促,书中不妥和疏漏之处在所难免,敬请专家和读者不吝批评指正.

编 者

2009年7月

第一版前言

世界是物质的,研究物质的基本结构和运动规律是物理学的任务.科学地、理性地、正确地研究物质世界的方法,就是伽利略首先倡导并身体力行的实验方法.迄今为止,在研究、验证、探索物质世界的性质和规律中,实验仍然是极其重要、不可或缺的手段.物理实验通常以测量物理量来验证物理定律或检测物质的性质.从这个意义上讲,物理实验就是对物理量的测量,大学物理实验也是如此.

在工科院校众多的实验课中,只有“大学物理实验”单独设课.这是因为“大学物理实验”课不是“大学物理”课的附属或延续,它具有自己独立、独特的教学目的和任务.仅就学习各种基本仪器的使用,掌握各种物理量的测量方法而言,它对理工类各专业学生今后的学习和工作都具有重要的意义.

当今任何重大科学发现或高技术的发展,只要与物质有关,都会与物理量测量或多或少相关联.无论是机械制造、交通运输、电子通讯,还是生命科学、考古学,甚至是历史学研究领域,只要是涉及自然科学的,无一不存在对物理量的测定问题.基于上述考虑,将《大学物理实验》定名为《物理量测量》以显示其宽泛、深厚的内涵.

本书是编者根据《高等工业学校物理实验课程教学基本要求》,以1996年出版的《物理实验教程》为基础,结合编者多年教学实践,修改补充而成.

全书共分7章.首先介绍了不确定度和误差处理,以及部分仪器的使用,然后以物理量测量为主线,介绍了力学量、热学量和波动特征量的测量,电磁学量测量,光学量测量和近代物理与综合性实验,以及设计性实验.教学中,不一定按教材中顺序进行.

在具体实验项目选取上,力求新颖、现代.在编写中,力求做到实验原理叙述清楚、计算公式推导完整、实验步骤简明扼要,以适应大学物理实验独立设课的要求.

本书由袁长坤任主编,武步宇、王家政、闫兴华任副主编.参加编写的有刘玉金、李强、盛爱兰、穆晓东、耿雪、王军等.

本书由荣玮主审.

编写中,参考了兄弟院校的有关教材,在此表示衷心感谢.

由于编者水平有限,疏漏和错误在所难免,恳请读者不吝批评指正.

编者

2004年4月

目 录

第四版前言

第三版前言

第二版前言

第一版前言

绪论	1
第一章 测量的不确定度与数据处理	5
1.1 测量、测量误差与误差处理	5
1.2 测量的不确定度	9
1.3 数据处理	12
第二章 力学量、热学量与波动特征量测量	19
2.0 力学、热学量测量基本知识	19
2.0.1 长度的测量	19
2.0.2 质量的测量	20
2.0.3 时间的测量	21
2.0.4 温度的测量	21
2.1 密度测量	22
2.1.1 游标卡尺、螺旋测微计与天平的使用	22
2.1.2 液体与不规则物体密度的测量	29
2.2 气垫导轨的应用	30
2.2.1 验证动量守恒定律	31
2.2.2 简谐振动规律研究	37
2.2.3 验证牛顿第二定律	40
2.3 惯性质量测量	43
2.4 重力加速度测量	46
2.4.1 自由落体法测重力加速度	46
2.4.2 单摆法测重力加速度	50
2.4.3 复摆法测重力加速度	51
2.5 转动惯量测量	54
2.5.1 扭摆法测物体的转动惯量	54
2.5.2 转动惯量仪的使用	59

2.6 杨氏模量测量	63
2.6.1 拉伸法测量杨氏模量	63
2.6.2 梁弯曲法测量杨氏模量	68
2.7 用焦利秤测量液体表面张力系数	72
2.8 空气绝热指数测量	76
2.9 不良导体的导热系数测量	79
2.10 比热容测量	83
2.11 金属线膨胀系数测量	86
2.12 冰的熔解热测量	89
2.13 机械波波长测量	93
第三章 电磁学量测量	96
3.0 电磁学量测量基本知识	96
3.1 电表使用	101
3.1.1 电表改装与校正	101
3.1.2 制流电路与分压电路	106
3.2 静电场测绘	110
3.3 电阻测量	115
3.3.1 惠斯通电桥测电阻	116
3.3.2 双臂电桥测电阻	120
3.4 电动势测量	124
3.4.1 电势差计测量温差电动势	124
3.4.2 板式电势差计测电池电动势	132
3.5 示波器原理与使用	137
3.6 非线性元件伏安特性曲线测绘	145
3.7 PN 结温度传感器研究	148
3.8 热敏电阻特性与温度系数测量	154
3.9 霍尔效应及应用	157
3.9.1 霍尔元件基本参数测量	157
3.9.2 霍尔元件测量磁感应强度	164
3.10 霍尔效应法测量亥姆霍兹线圈磁场	170
3.11 磁滞回线和磁化曲线测绘	177
3.12 电子比荷测量	184
第四章 光学量测量	193
4.0 光学量测量基本知识	193
4.1 两次成像法测量凸透镜焦距	195

4.2 读数显微镜的调节与使用	199
4.2.1 牛顿环法测量透镜曲率半径	200
4.2.2 劈尖干涉测微小直径或厚度	203
4.3 分光计的调整与使用	205
4.4 单色光波长测量	211
4.4.1 单缝衍射	211
4.4.2 光栅衍射	214
4.4.3 迈克耳孙干涉仪测量 He-Ne 激光波长	218
4.5 透明材料折射率测量	222
4.6 旋光物质溶液浓度测量	228
4.7 光强分布的测量	233
4.8 椭圆偏振消光法测薄膜厚度及折射率	237
第五章 近代物理与综合性实验	243
5.0 近代物理与综合性实验基本知识	243
5.1 电子电量测量	243
5.2 爱因斯坦方程验证及普朗克常量测量	250
5.3 金属电子逸出功的测量	256
5.4 原子能级与激发电势测量	262
5.5 德布罗意波长及普朗克常量测量	268
5.6 波的傅里叶分解与合成	273
5.7 全息照相	278
5.8 动态悬挂法、支撑法测量杨氏模量	284
5.9 智能法测刚体转动惯量	289
5.10 气体流速测量	296
5.11 声速测量	303
5.12 玻尔共振仪使用与相差测量	307
5.13 准稳态法测量导热系数和比热	314
5.14 霍尔效应的研究及磁场强度测量	322
第六章 设计性实验	330
6.0 设计及创新应用性试验概述	330
6.1 固体密度测量	330
6.2 气轨斜面上测滑块的瞬时速度	331
6.3 用硅压阻式力敏传感器测量液体的表面张力系数	331
6.4 霍尔元件传感器测量杨氏模量	336
6.5 感应式落球法测量液体黏度系数	342

6.6	用千分表法测金属线膨胀系数	348
6.7	用悬丝耦合弯曲共振法测金属材料杨氏模量	352
6.8	声速综合实验测量	358
6.9	单臂电桥法测微安表内阻	365
6.10	电表的设计	365
6.11	测定电流计内阻 R_g 和电流计灵敏度 S_i	374
6.12	研究热敏电阻的温度特性	374
6.13	电子和场设计	375
6.14	理想二极管非线性伏安特性及电子比荷测量	388
6.15	太阳能电池测量	392
6.16	温度传感器特性测量和温度计设计	400
6.17	自组迈克耳孙干涉仪——空气折射率测量	408
6.18	光电设计及创新应用性实验	411
6.18.1	光照度计测量光照度	411
6.18.2	光功率计测量光照度	415
6.18.3	PSD 位移测量	417
6.18.4	光电转速里程测量	420
6.18.5	光电传感器的特性测量	424
6.19	光电探测综合实验	427
6.19.1	光敏电阻特性测试	427
6.19.2	光电二极管特性测试	434
6.19.3	光电三极管特性测试	440
6.20	光纤压力传感器测压力	444
6.21	菲涅耳双棱镜干涉	446
6.22	杨氏双缝干涉	447
6.23	劳埃德镜干涉	448
6.24	夫琅禾费圆孔衍射	449
6.25	菲涅耳单缝衍射	450
6.26	光栅衍射	451
附表		453
附表 1	基本物理常数、常量表	453
附表 2	在海平面上不同纬度处的重力加速度	454
附表 3	20℃时某些金属的弹性模量	454
附表 4	水的表面张力与温度的关系	455
附表 5	液体的比热容	455

附表 6	固体的比热容	455
附表 7	固体的线膨胀系数	456
附表 8	水的沸点随压强变化的参考值	456
附表 9	不同温度下干燥空气中的声速	457
附表 10	某些金属合金的电阻率及其温度系数	458
附表 11	几种标准温差电偶	458
附表 12	铜-康铜热电偶分度表	458
附表 13	常用光源的谱线波长	459
附表 14	几种常用激光器的主要谱线波长	460
附表 15	常温下某些物质相对于空气的折射率	460
附表 16	一毫米厚石英片的旋光率	460
附表 17	光在有机物中偏振面的旋转	460
附表 18	常用材料的导热系数	461
附表 19	Cu-50 铜电阻的电阻-温度特性	461
附表 20	蓖麻油黏度系数	462
参考文献		463

绪 论

认识源于实践,又要得到实践的检验.科学实验是实践的重要形式之一,自然规律的认识与应用,无不与实验息息相关,在科学研究和生产活动中,有着十分重要的作用.随着教学改革的深入,作为一门独立的实验课程,大学物理实验不再仅仅是对物理理论的简单应用和机械重复,而应当承担起对学生进行科学实验基础训练的功能.鉴于此,使学生掌握基本科学仪器的使用方法和常规物理量的测量方法,成为这种基础训练的重中之重,这也是开设“物理量测量”课程的目的所在.通过本课程的学习,为今后更高层次的科学实验研究打下牢固的基础,以适应 21 世纪“面向现代化,面向未来”的人才培养要求.

1. “物理量测量”课程目的

通过对物理现象的观察和分析,阅读教材和相关资料,概括出具体物理量测量的原理与方法,正确使用仪器,科学测量,同时记录和处理数据,分析测量结果并撰写实验报告.对一些不太复杂的物理量,能够自行设计测量方法并完成测量.同时注意培养实事求是的科学态度和严谨的工作作风,以及遵守纪律、团结协作、爱护公物的优良品质.

2. 主要教学环节

为达到课程开设目的,基本程序大致有三个重要环节.

1) 课前预习

课前应根据网上预约的课程项目,认真阅读教材,必要时应查阅相关资料,明确本次课的测量目的,基本弄清所用的原理方法,在此基础上,弄清楚要观察哪些现象,测量哪些数据,是直接测量还是间接测量.全面了解之后,写出预习报告,内容包括:基本原理的文字概述、画出原理图、列出理论公式、拟定数据记录表格.

2) 课堂测量

学生进入实验室之后,应遵守实验室规则,在教师指导下,进一步明确测量的目的、仪器的使用方法及注意事项,认真操作,仔细观察,积极思考,细心记录.实验结束时,将测量数据交教师审阅签字后,方可离开实验室.

3) 课后总结

课后及时对测量数据进行处理,数据处理包括计算、作图、误差分析等方面.数据处理后给出实验结果,撰写出实验报告,要求字迹工整、文理通顺、图表合理、结

论明确、格式规范. 实验报告内容包括:

- (1) 实验名称(同时注明实验者姓名、实验日期).
- (2) 实验目的.
- (3) 实验原理. 概述本次测量所依据理论, 附带必要的公式、原理图.
- (4) 实验步骤. 根据实际操作过程, 条理分明地概括说明测量主要程序及注意事项.
- (5) 数据处理. 记录测量数据, 完成数据计算、曲线图绘制、误差分析.

3. 物理实验课学生须知

(1) 大学物理实验课开课学期为每级学生的第二学期和第三学期上课. 学生预约时要观察网上的每个实验项目规定的学时数, 在每学期的第一至二周内一次性预约完本学期规定的实验学时数(实验项目数 $\times$ 学时数). 学生根据预约实验项目按时上课, 可自己设计创新研究项目.

(2) “清明节”、“劳动节”、“端午节”、“国庆节”、“中秋节”、“元旦”节日休息时间, 请不要预约实验项目.

(3) 学生要掌握本学期上理论课的时间, 确定理论课与实验课时间不冲突的前提下预约实验项目. 选课路径: 教务处—实验教学网络管理系统—大学物理实验中心. 初始密码为 123456; 你第一次登陆后必须修改初始密码, 并记牢你修改的新密码. 要记录下你预约的每个实验项目、实验室编号、时间代码(例第 09 周、星期三、第 56 节上课, 时间代码为 09356).

(4) 实验前必须预习实验讲义, 写出预习报告, 实验报告上的内容要准确填写, 到实验室上课签名时再填写实验序号, 没有写预习报告者一律不准做实验, 请与老师商定另做实验的时间.

(5) 如果预约的实验项目不能按时上课, 请在每周四以前在网上撤销该实验项目重新预约, 或者提前持请假条向任课教师请假, 另商定上课时间.

(6) 学生上实验课必须随身携带有照片的有效证件, 已方便老师对教学查询及教学问题的处理.

(7) 禁止让他人网上替代预约实验项目, 以防出错. 不准学生替做实验, 替做和被替做的学生本学期成绩为零分, 出现的不良后果学生本人自负.

(8) 学生上实验课时不准开通信工具, 不准随便出入实验室, 有事向老师请假.

(9) 实验结束后两天内将实验报告投到任课教师的实验报告箱内, 交实验报告时请不要投错实验报告箱, 以防实验报告丢失.

(10) 第 17 周四至 18 周二为成绩公示时间, 学生可网上查询本学期的实验成绩, 成绩有误者请本周及时找任课教师查询.

(11)上大学物理实验课时,如遇到其他事宜,请直接到大学物理实验中心(15-445 室)网络管理中心处咨询.

(12)物理实验室分布在 15 号教学楼北区:三层实验室、四层实验室、五层实验室.

(13)物理实验网址:<http://210.44.176.104/wuli>.

4. 物理实验成绩评分细则

为使学生的实验成绩公平、公正、合理的原则,对学生的每个实验项目要有统一的评价,评价学生的实验成绩由三部分组成:实验课前预习分、课堂实验综合考察分和实验测试报告分.为使所有实验项目评分尽量达到统一的标准要求,特制定如下评分细则:

1) 实验预习分(30 分)

(1)实验报告上的内容填写要完整(实验名称、姓名、时间代码、实验序号、级班、仪器与用具等).

(2)实验目的.

(3)实验原理及原图.

(4)操作步骤.

(5)画出数据记录表格.

(6)书写工整,表达完整.

2) 实验课堂综合考察分(30 分)

(1)进入实验室要签名,按实验序号对号入座.

(2)迟到超过八分钟本次实验取消.

(3)入座后检查仪器的器件数量是否缺少、开关、旋钮是否正常.

(4)认真听老师讲解,不明白的地方举手提问.

(5)熟悉仪器各项功能,正确连接线路,掌握仪器的正确操作功能.

(6)按正确的实验步骤逐项进行操作.

(7)实验数据采取实事求是,数据用钢笔、圆珠笔填入数据表格中,抄袭别组实验数据为零分.

(8)实验结束后,将仪器、物品清点好,凳子放回原处.

(9)要保持室内良好的环境卫生.

3) 实验报告分(40 分)

(1)实验原理能用创新的理论知识阐述,做到简明扼要.

(2)实验过程能补充新的实验步骤和测量技巧.

(3)采取数据准确、能估读到仪器最佳有效数字的位数.

(4)实验数据采取量要大(不少于五组).

- (5) 数据处理要计算全过程(只写公式及结果零分).
- (6) 根据实验数据仔细作图.
- (7) 对不同的实验要采取正确的误差处理方法(按教材及教师要求).
- (8) 对实验结果要进行分析(简要用文字说明).
- (9) 回答课后思考题.
- (10) 按时交实验报告.
- (11) 不交实验报告者实验报告分记零分.

4) 无故旷课补做实验者满分(60%分). 旷课一周内有任课教师按学生旷课原因解决, 一周外由实验室正、副主任按学生旷课原因解决.

各位任课教师认真掌握评分细则, 在报告中打出批改标记(对号√、错号×、扣掉分标记), 批改日期. 上述三项成绩之和为每一个实验项目的总成绩.

第一章 测量的不确定度与数据处理

1.1 测量、测量误差与误差处理

1. 测量与测量误差

自然科学的发展过程是通过对客观世界的观察研究,发现现象,找出物质运动规律,并作出正确解释的过程.为了更准确地分析事物,测量物理量的大小是必不可少的,因此要借助于实验的方法来测量数据.物理量须有一个标准单位来与之比较方能知道其大小.被测物理量与所选的标准单位进行比较,得到的倍数即为测量值.例如长度选择米(m)为标准单位(它是光在真空中 $1/299792458$ s 传播的距离).显然,测量值的大小与所选用单位有关.因此,表示一个物理量的测量值时必须包括数值和单位.

1) 直接测量与间接测量

测量分为两类,直接测量和间接测量.

直接测量是用能直接读出被测值的仪器进行测量的方法,相应测量值称为直接测量值.例如用米尺测物体的长度,用天平测物体的质量,用电流表测量电路中的电流强度等都是直接测量.

实际测量中,很多物理量是没有专门仪器来直接测量的.通常的方法是先直接用测量的方法测出几个物理量,然后代入公式计算得到所需物理量,这种方法称为间接测量.例如用单摆测量重力加速度时,先测出摆长 l 和周期 T ,然后代入公式 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$,得到当地的重力加速度.实际接触到的测量,大部分属于间接测量.

2) 等精度测量和不等精度测量

对某一物理量进行多次测量时,如果测量条件保持不变(同一的测量者、仪器、方法及相同的外部环境),是无法判断测量精度有何差异的,即无法判断某一次测量比另一次测量是否更准确,那么只能认为每次测量的精度是同等级别的,这样进行的重复测量称为等精度测量.如果测量条件中,一个或几个发生了变化,这时所进行的测量就称为不等精度测量.实际测量中应尽量保持为等精度测量.

3) 测量误差

在一定条件下,任何待测物理量都是客观存在的,不依人的意志为转移的确定量值,称为真值.测量过程中,测量仪器不可能是尽善尽美的,测量所依据的理论公式所要求的条件也是无法绝对保证的,再加上测量技术、环境条件等各种因素的限