

21世纪高等院校教材

大学物理实验教程

(第二版)

主 编 王云才 李秀燕

副主编 马湘东 马丽静

主 审 周希坚



科学出版社

www.sciencep.com



中国大学物理实验教程

大学物理实验教程

第二版

主编 王 强 副主编 李 强
编委 王 强 李 强 张 强
张 强 李 强 王 强



清华大学出版社

21 世纪高等院校教材

大学物理实验教程

(第二版)

主 编 王云才 李秀燕
副主编 马湘东 马丽静
主 审 周希坚

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》，总结太原理工大学物理实验课程教学改革的实践经验编写而成。

全书共五章，包括测量误差与数据处理的基本知识、基本物理实验、提高型物理实验、综合与近代物理实验、设计型物理实验。本书对测量误差、不确定度作了简明的介绍，分四个层次收录了 53 个实验。在精选经典实验的基础上，充实了一些适合现代社会发展的新的实验内容；精炼了实验步骤，以充分发挥学生的主动性；同时以附录形式介绍了计算机仿真实验在物理实验中的应用以及物理学史上最漂亮的十大物理实验。

本书可作为高等工科院校各专业的物理实验教学用书，也可供高等学校、函授大学及夜大选用。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验教程/王云才,李秀燕主编. —2 版. —北京:科学出版社, 2003

(21 世纪高等院校教材)

ISBN 7-03-011317-9

I. 大… II. ①王…②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 021048 号

责任编辑:巴建芬/责任校对:宋玲玲

责任印制:刘秀平/封面设计:槐寿明

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>

源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001 年 2 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2003 年 4 月第 二 版 印张: 16 1/4

2003 年 4 月第二次印刷 字数: 314 000

印数: 8 001—17 000

定价: 21.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

第二版前言

本书是 2001 年出版的《大学物理实验》(李秀燕主编,科学出版社出版)一书的第二版.为了适应大学教学改革的需要,这次修订根据《高等工业学校物理实验课程教学基本要求》,吸收近年来我们在物理实验课改革方面的部分经验,对第一版进行了根本性的全面改写.

物理实验在大学教育中的重要性不言而喻,物理实验教学改革也势在必行,我们在“21 世纪初高等教育改革项目”及其他教改课题的支持下,对物理实验课程建设进行了整体改革.本书力求反映我们在普通物理实验上的教改成果.

在误差数据处理方面,针对当前多数大学物理实验教材中有关 B 类不确定度介绍的模糊或不完备,本书对 B 类不确定度的几种估算方法均作了介绍.使用者可根据实际情况选择其一以满足教学要求.同时增加了物理实验中基本测量方法的介绍.

在课程内容上,打破了传统实验课程体系中按力、热、电、光及近代物理分类的封闭式独立划分方法,通过重审实验内容与实验方法,在大幅度增加近代物理实验的基础上,将实验内容按层次划分为四大模块:

第一模块为基本物理实验,包含 6 个基础实验,着重介绍时间、长度、温度、质量、电流等基本量的测量与相应的基本实验仪器的使用.同时以附录的形式对电磁学实验和光学实验的预备知识进行了介绍.结合实验室全面开放的教学手段,这一模块主要用于对学生不同动手能力的填平补齐.

第二模块为提高型物理实验,包含 23 个常规实验,涉及力、热、电、光中的各个知识点.本模块侧重培养学生掌握基本知识、基本技能和基本方法的能力,并提高误差分析的能力.希望通过这一模块的训练,使学生具备自主完成实验的能力.

第三模块为综合与近代物理实验,介绍了 12 个有代表性的内容先进或有应有价值的实验,用于培养学生的综合思维与创造能力.在进行这一模块的实验时,希望教师能以科学研究的态度进行实验教学,锻炼学生的科研能力,提高学生的科研素质.

第四模块为设计型物理实验,安排了 12 个实验.这一模块要求学生自己设计实验方案,自己选择和准备仪器,完成实验,以检验学生的动手能力.

本书中包含有较多的实验内容,不同的使用者可根据学科、学时及实验条件灵活选择.

在本书的编写过程中,我们特别注意以下两点:1.减少实验数据表格,精简实

验步骤,以促使学生在实验过程中真正提高动手能力.2.引入现代科学技术内容与手段,以培养掌握现代科学技术知识的创新人才.

全书共分五章.绪论、第一章和第五章由王云才执笔,并由他负责全书的总策划与统稿工作;第四章由李秀燕执笔;第二章、第三章及附录由马湘东和马丽静共同执笔;周希坚对全书进行了审阅并给予了很大的帮助.杨毅彪、杨惠岩、朱林彦、乔纪平、张莹、王冰洁、郭俊亮等分别提供了部分素材,蔡冬梅仔细校对了全稿.本书的编写还得到了许多同事的支持与帮助.

物理实验教学改革是一项集体工作,凝聚着我们全体实验教师和技术人员的智慧和劳动成果.同时,在编写本书的过程中,我们也吸收了兄弟院校有关教材中的部分优秀内容,在此表示衷心感谢.

限于本书的篇幅,我们将把部分技术物理实验内容上载到我们的网站:<http://www.tyut.edu.cn/wuli>上,供大家下载.同时编者恳切希望读者指出本书中的缺点与错误,以便改进.

编 者

2003年3月于太原理工大学格物斋

第一版前言

本书是按照教育部颁发的《高等工业学校物理实验课程教学基本要求》，结合我们多年的大学物理实验教学讲义编写而成的。

全书共分五章。第一章比较系统地介绍了误差和不确定度的概念及其计算方法，对有效数字、数据处理的初步方法等也作了介绍。此章内容在本课程中占有重要地位，它是学生进行实验和处理数据的基础。后三章共收入力学、热学、电磁学、光学与近代物理学实验 41 个。结合高等工科院校大学物理实验的改革趋势，我们在实验选题上力求题目典型、内容丰富，以使学生在有限的学时内，较快地提高实验技能。基于物理实验课的教学特点，为了便于学生学习，便于教师教学，我们在编写时努力做到：实验目的明确，实验原理叙述清楚，实验内容安排得当，实验步骤简洁明了。在每个实验后面都列有预习思考题和习题，以便学生预习和进行实验分析。书后的附表给出了实验中常用的物理常量和量值。

实验课教学是一项集体事业，无论是实验教材的编写，还是实验项目的开设准备，都凝聚着我们全体实验教师和技术人员的智慧和劳动成果。同时，在编写本书的过程中，我们广泛参阅了兄弟院校的有关教材，吸收了其中富有启发性的观点和优秀内容，在此表示衷心的感谢。

李秀燕编写本书的绪论、第一章和第四章，并负责全书的统稿工作；曲华编写第二章；吕玉祥编写第三章。

本书是在王云才博士的倡导和支持下完成的，并得到了许多同志的热情帮助。冷叔棣教授细致地审阅了全部书稿，并提出了许多中肯的修改意见；王纪龙教授对本书的编写提了很多好的建议；周希坚副教授对第一章的编写提出了许多宝贵的意见；杨惠岩、贺晓宏、曲运莲、崔彩娥、张机源、张玲玲、苏波等同志在资料提供等方面给予了很大帮助，在此一并表示衷心的感谢。

编者恳切希望使用本书的教师、同学和其他读者提出宝贵意见，以便于今后再版时修订。

编 者

2000 年 10 月于太原

参 考 文 献

- 查述传. 1989. 物理实验. 北京:北京理工大学出版社
- 丁慎训,张孔时. 1992. 物理实验教程(普通物理实验部分). 北京:清华大学出版社
- 李秀燕,吕玉祥,曲华. 2001. 大学物理实验. 北京:科学出版社
- 李志超,轩植华,霍剑青. 2001. 大学物理实验. 北京:高等教育出版社
- 林木欣等. 1999. 近代物理实验教程. 北京:科学出版社
- 刘列等. 2000. 近代物理实验. 北京:国防科技大学出版社
- 刘振飞,童明薇. 1992. 大学物理实验. 重庆:重庆大学出版社
- 吕斯骅,段家低. 2002. 基础物理实验. 北京:北京大学出版社
- 孟尔熹,曹尔第. 1988. 实验误差与数据处理. 上海:上海科学技术出版社
- 王惠棣,柴玉英,丘尔瞻等. 1989. 物理实验. 天津:天津大学出版社
- 吴泳华,霍剑青,熊永红. 2001. 大学物理实验. 北京:高等教育出版社
- 谢行恕,康士秀,霍剑青. 2001. 大学物理实验. 北京:高等教育出版社
- 杨述武等. 2000. 普通物理实验. 北京:高等教育出版社
- 曾贻伟,龚德纯,玮颖等. 1989. 普通物理实验教程. 北京:北京师范大学出版社
- 张士欣等. 1993. 基础物理实验. 北京:北京科学技术出版社
- 赵青生,吕卫星,赵学明. 1993. 大学物理实验. 合肥:中国科学技术大学出版社
- 朱鹤年. 1994. 物理实验研究. 北京:清华大学出版社

目 录

第二版前言

第一版前言

绪论	1
第一章 测量误差与数据处理的基本知识	3
第一节 测量、误差及不确定度	3
第二节 不确定度的估算	7
第三节 有效数字	22
第四节 常用的数据处理方法	24
第五节 物理实验的基本测量方法	29
第二章 基本物理实验	36
实验一 随机误差统计规律的研究	36
实验二 长度测量	38
实验三 密度的测定	42
实验四 电学基本器具的使用	46
附:电磁学实验基本知识	50
实验五 示波器的使用	53
实验六 薄透镜焦距的测定	58
附:光学实验基本知识	62
第三章 提高型物理实验	65
实验一 自由落体法测定重力加速度	65
实验二 液体表面张力系数的测定	66
I. 拉脱法	66
II. 毛细管法	70
实验三 碰撞守恒定律的研究	72
实验四 转动惯量的测定	78
I. 三线摆法测转动惯量	78
II. 用转动惯量仪测物体的转动惯量	80
实验五 拉伸法测金属丝的杨氏模量	83
实验六 液体黏滞系数的测定	88
I. 落球法	88

II. 转筒法	90
实验七 金属线胀系数的测定	94
实验八 电热法研究功热的能量转换	96
实验九 电表的改装和校准	100
实验十 用模拟法测绘静电场	104
实验十一 惠斯通电桥	109
实验十二 用电位差计测量电源电动势	114
实验十三 用双臂电桥测低电阻	118
实验十四 灵敏电流计的研究	122
实验十五 用冲击电流计测量螺线管的磁场	127
实验十六 霍尔效应及磁场的测量	131
实验十七 用牛顿环测平凸透镜的曲率半径	133
实验十八 分光计的调节和使用	135
实验十九 单缝衍射	143
实验二十 光栅衍射	146
实验二十一 光的偏振	150
实验二十二 照相技术	154
实验二十三 迈克耳孙干涉仪	158
第四章 综合与近代物理实验	165
实验一 共振法测定金属材料的杨氏模量	165
实验二 声速的测定	167
实验三 RL 和 RC 电路的稳态过程	171
实验四 全息照相	176
实验五 用小型棱镜摄谱仪测定光波波长	180
实验六 油滴法测基本电荷	184
实验七 弗兰克-赫兹实验	188
实验八 铯的逸出功的测定	192
实验九 核磁共振	196
实验十 用椭圆偏振光法测定薄膜的厚度和折射率	199
实验十一 玻尔兹曼常量测量	203
实验十二 热电偶温度计的校准	207
第五章 设计型物理实验	212
实验一 单摆法测量重力加速度	212
实验二 用衍射法测细丝直径	212
实验三 用分光计测定液体折射率	213

实验四 简易万用表的设计	214
实验五 压电陶瓷电致伸缩系数的测量	215
实验六 测量温度传感器的温度特性	217
实验七 用干涉仪测量物质折射率	218
实验八 二极管的伏安特性测量	218
实验九 望远镜与显微镜的组装	220
实验十 RC 电路的暂态过程	222
实验十一 测定冰的熔解热	225
实验十二 用冷却法测定液体的比热容	226
附录一 仿真物理实验简介	229
附录二 物理学史上最漂亮的十大物理实验	233
附表	237
附表 1 国际单位制(SI)	237
附表 2 物理常量表	240
附表 3 物质密度表	241
附表 4 海平面上不同纬度处的重力加速度	242
附表 5 固体的线膨胀系数	242
附表 6 在 20℃ 时某些金属的弹性模量(杨氏模量)	243
附表 7 在不同温度下与空气接触的水的表面张力系数	243
附表 8 黏滞系数	244
附表 9 不同温度时干燥空气中的声速($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	245
附表 10 固体导热系数 λ	245
附表 11 某些固体和液体的比热容	246
附表 12 某些金属和合金的电阻率及其温度系数	246
附表 13 常用热电偶的温差电动势	247
附表 14 在常温下某些物质相对于空气的光的折射率	248
附表 15 常用光源的谱线波长表(单位: nm)	248
参考文献	249

绪 论

科学实验是自然科学研究的主要手段,以探索、预测或验证自然科学新现象、新规律为目的.一般来讲,科学实验包括以下四个步骤:①确定研究对象,给出研究方案;②选择或设计实验装置与条件;③观察实验现象与记录实验数据;④整理分析实验结果,得出结论.

大学物理实验是一门基础实验课,是以教学为目的,有别于科学实验.多数情况下,它已确定了具体的研究对象,并给出了实验所需要的仪器.其目的在于:

1. 传授学生系统的实验方法和实验技能,培养学生从事科学实验的基本能力.例如,熟悉常用仪器的原理、操作与实验技术等.

2. 使学生掌握实验数据的处理方法.

3. 培养学生实事求是的科学态度及坚韧不拔的工作作风.

4. 提高科学思维、分析与创新能力.教学实验大都经过精心设计,但仍会遇到许多困难和问题,对这些问题的分析与解决,是提高学生综合素质的主要途径.

大学物理实验是一门实践性很强的课程,是培养和提高学生科学素质和能力的重要课程之一.学生在独立完成实验项目的过程中积累知识,提高科学素质和创新能力.要实现这一目的,要求学生:

1. 首先要清楚每次实验的如下问题:测量内容是什么?用什么途径去测量?为什么这样做?还有无其他的测量途径?

2. 要注意掌握实验中所采取的实验方法,特别是一些基本的测量方法.因为这些方法在日后的工作中经常会用到,同时它又是复杂测量的基础,我们在学习时不仅要掌握它的原理,而且要知道它的适用条件及优、缺点,这些内容只有通过亲身实践才能真正体会到.

3. 要有意识地培养良好的实验习惯.例如,正确记录原始数据和处理数据,注意记录实验的客观条件,如温度、气压、日期等.认真学习与培养操作习惯、操作姿势,因为这些良好的习惯是经过许多实验总结出来的,是保证实验安全、避免差错的基础.

4. 要逐步学会分析、排除实验中出现的某些故障.当实验结果不理想时,要考虑实验方法是否正确?仪器可能带来多大误差?实验环境等因素对实验有多大影响?

5. 要注意实验室操作规程和安全规则.随着实验项目的进行,会逐步接触到各种测量仪器,它们有不同的使用要求与工作环境,操作不当不仅会损坏仪器,而且

有可能对身体造成伤害,因此要求学生遵守实验室的具体操作规程,养成良好的实验习惯。

具有批判与怀疑思想,是科学工作者的一个基本素质。同样,主动分析与思考是实现物理实验课目的的一个最关键的因素。我们期望每个学生都能以研究者的态度去探讨最佳实验方案、组装实验装置、分析操作步骤、注意实验条件,在学习物理基础知识的同时,受到严格的训练,为以后独立设计实验方案和完成新的实验课题创造条件。

第一章 测量误差与数据处理的基本知识

第一节 测量、误差及不确定度

一、测量

一切物理量都是通过测量得到的. 测量就是将待测量与选作标准的同类量进行比较的实验过程. 测量结果应包括数值、单位以及结果可信赖的程度(用不确定度来表示).

测量分为直接测量和间接测量, 可以用测量仪器或仪表直接读出测量值的测量称为直接测量. 如用米尺测长度, 用温度计测温度, 用电表测电流、电压等都是直接测量.

由一个或几个直接测得量经已知函数关系计算出被测量值的测量称为间接测量. 如用单摆法测重力加速度 g 时, $g = 4\pi^2 L/T^2$, 其中 T (周期)和 L (摆长)是直接测量值, 而 g 是间接测量值.

随着实验技术的进步, 很多原来只能间接测量的物理量, 现在也可以直接测量, 例如电功率、速度等量的测量.

仪器的不同、方法的差异、测量条件的改变以及测量者的不同都会造成测量结果的变化, 这样的测量是不等精度测量. 而同一个人, 用同样的方法, 使用同样的仪器并在相同的条件下对同一物理量进行的多次测量, 叫做等精度测量. 尽管各测量值可能不相等, 但没有理由认为哪一次(或几次)的测量值更可靠或更不可靠. 实际上, 一切物质都在运动中, 没有绝对不变的人和事物, 只要其变化对实验的影响很小乃至可以忽略, 就可以认为是等精度测量. 以后说到对一个量的多次测量, 如无另加说明, 都是指等精度测量.

二、误差

物理实验是对一些物理量进行测量, 各被测的物理量在一定客观条件下的真实大小称为该物理量的真值. 由于实验理论的近似性、实验仪器灵敏度和分辨能力的局限性、环境的不稳定性等因素的影响, 待测量的真值是不可能测得的, 测量结果和真值之间总有一定的差异, 这种差异定义为测量误差. 测量误差可以用绝对误差表示, 也可以用相对误差表示.

$$\text{绝对误差}(\delta) = \text{测量值}(x) - \text{真值}(a) \quad (1-1-1)$$

$$\text{相对误差}(E_r) = \frac{\text{绝对误差}(\delta)}{\text{真值}(a)} \times 100\% \quad (1-1-2)$$

由于真值是不能确知的,所以测量值的误差也不能确切知道,因此测量的任务就是给出被测真值的最佳估计值,并估计出这种最佳估计值的可靠程度.首先我们要分析误差的来源.根据误差的性质和产生原因可将误差分为系统误差、随机误差和过失误差三种.

1. 系统误差

系统误差的特征是其确定性,在测量条件不变时有确定的大小和方向,当测量条件改变时按照一定的规律变化,增加测量次数并不能减小系统误差.系统误差的来源主要有以下几方面:

(1)由于仪器本身的缺陷或没有按规定的条件使用仪器而造成的误差.例如,仪器的零点不准造成的误差;等臂天平两臂不等长造成的误差;在 20°C 的条件下标定的标准电阻在 30°C 的条件下使用造成的误差.

(2)由于测量所依据的理论公式本身的近似性;或者实验条件不能达到理论公式所规定的要求;或者由于测量方法所带来的误差.例如,利用单摆测量重力加速度 g ,所依据的公式为 $g = 4\pi^2 L/T^2$ (式中, L 为单摆的摆长, T 为单摆的摆动周期),此公式成立的条件是摆角趋于零.而在测量周期时又必然要求有一定的摆角,这就决定了测量结果中必然含有系统误差.

(3)由于测量者本人的生理或心理特点所造成的误差.例如,测量一段时间,观测者计时超前或落后所带来的误差;对准标志时,观测者总是偏左或偏右所造成的误差等.

在测量过程中,根据系统误差的性质,选择适当的测量方法,可使测量值中的系统误差相互抵消,从而消除系统误差对测量结果的影响.例如,天平只有在两臂严格等长时,砝码的质量才等于被测物体的质量.而事实上,天平两臂总不是严格等长的,即砝码的质量与物体的质量并不严格相等.为了消除这种系统误差,可以采用所谓复称法称衡.设天平左臂和右臂的长度分别为 l_1 与 l_2 ,物体的质量为 m ,先将物体放在天平的左盘上,砝码放在右盘上进行称衡.天平平衡时,砝码的质量为 m' ,于是可得到 $ml_1 = m'l_2$.然后将砝码放在天平的左盘上,物体放在右盘上进行称衡.天平平衡时,砝码的质量为 m'' ,于是可得到 $m''l_1 = ml_2$.根据以上两式,可得 $m = \sqrt{m'm''}$.

系统误差经常是一些实验主要的误差来源,依靠多次重复测量一般不能发现系统误差是否存在.系统误差处理不当往往会给实验结果带来重大影响.因此,我们要经常总结经验,掌握各种因素引起的系统误差的规律,以提高自己的实验

水平。

2. 随机误差

随机误差的特征是其随机性。在相同的测量条件下，多次测量同一量时，误差的绝对值和符号的变化时大时小、时正时负，以不可预定的方式变化着的误差称为随机误差。

随机误差是由于人的感官灵敏程度和仪器精度有限、周围环境的干扰以及一些偶然因素的影响产生的。如用毫米刻度的米尺去测量某物体的长度时往往将米尺去对准物体的两端并估读到毫米的下一位读数值，这个数值就存在一定的随机性，也就带来了随机误差。

虽然随机误差无法控制和排除，但是，当在相同的实验条件下，对被测量进行多次测量时，其大小的分布却服从一定的统计规律，可以利用这种规律对实验结果的随机误差作出估算。这就是在实验中往往对某些关键量要进行多次测量的原因。

3. 过失误差

过失误差是由于观测者不正确地使用仪器、观察错误或记录错数据等不正常情况下引起的误差。它会明显地歪曲客观现象，在数据处理中应将其剔除，所以，在作误差分析时，要估计的误差通常只有系统误差和随机误差。

三、测量仪器的精度

物理实验是依靠测量仪器来进行的。测量结果的误差大小在很大程度上取决于测量仪器是否准确，通常用精度和级别来描述仪器的这种性质。

仪器的精度通常指它能分辨的物理量的最小值。仪器的精度越高，即它的分度越细，允许的偏差就越小。由于多种因素，如材质不均匀、加工装配的缺欠以及环境（如温度、湿度、震动、杂散光、电磁场等）的影响，仪器的精度受到一定的限制。按照标准，在正常使用条件下（如温度、湿度、放置方式、额定功率等都符合要求），用某种级别的仪器进行测量时，对最大允许偏差有具体规定，这种最大允差也叫仪器的极限误差或公差，我们用 $\Delta_{\text{仪}}$ 来表示。 $\Delta_{\text{仪}}$ 可在产品说明书和仪器手册中查找到。表 1-1-1 给出了常用仪器的最大允差。

仪器的级别和最大允差有关。如模拟式（即指针式）电表级别分为 5.0, 2.5, 1.5, 1.0, 0.5, 0.2, 0.1 等。每一量程的最大允差 $\Delta_{\text{仪}} = \text{量程} \times \text{级别}\%$ 。它表示在该量程下正确使用仪器进行测量，结果可能出现的最大误差。而数字式电表测量结果的误差较为复杂，通常表示为：读数 \times 某百分数 + 最末位的几个单位（具体见说明书）。

表 1-1-1 常用仪器量具的主要技术要求和最大允差

量具(仪器)	量 程	最小分度值	最大允差
木尺(竹尺)	300~500mm	1mm	$\pm 1.0\text{mm}$
	600~1000mm	1mm	$\pm 1.5\text{mm}$
钢板尺	150mm	1mm	$\pm 0.10\text{mm}$
	500mm	1mm	$\pm 0.15\text{mm}$
	1000mm	1mm	$\pm 0.20\text{mm}$
钢卷尺	1m	1mm	$\pm 0.8\text{mm}$
	2m	1mm	$\pm 1.2\text{mm}$
游标卡尺	125mm	0.02mm	$\pm 0.02\text{mm}$
	300mm	0.05mm	$\pm 0.05\text{mm}$
螺旋测微器 (千分尺)	0~25mm	0.01mm	$\pm 0.004\text{mm}$
七级天平 (物理天平)	500g	0.05g	$\pm 0.08\text{g}$ (接近满量程) $\pm 0.06\text{g}$ ($\frac{1}{2}$ 量程附近) $\pm 0.04\text{g}$ ($\frac{1}{3}$ 量程和以下)
三级天平 (分析天平)	200g	0.1mg	$\pm 1.3\text{mg}$ (接近满量程) $\pm 1.0\text{mg}$ ($\frac{1}{2}$ 量程附近) $\pm 0.7\text{mg}$ ($\frac{1}{3}$ 量程和以下)
普通温度计 (水银或有机溶剂)	0~100℃	1℃	$\pm 1^\circ\text{C}$
精密温度计 (水银)	0~100℃	0.1℃	$\pm 0.2^\circ\text{C}$

一般而言,有刻度的仪器、量具的最大允差大约对应于其最小分度值所代表的物理量.应当说明,最大允差是指所制造的同型号同规格的所有仪器中有可能产生的最大误差,并不表明每一台仪器的每个测量值都有如此之大的误差.它既包括仪器在设计、加工、装配过程中乃至材料选择中的缺欠所造成的系统误差,也包括正常使用过程中测量环境和仪器性能随机涨落的影响.

实验时选取仪器要得当,仪器使用不当对仪器和实验均不利.选取仪器有两个最基本的指标:测量范围和精度,当被测量超过仪器的测量范围时,不仅测量误差增大,而且可能会损坏仪器;在满足精度的条件下,尽量选用精度较低的仪器.

四、不确定度与置信概率

误差定义为测量值与真值的偏离,但真值是无法测得的,因此误差也就无法得到.我们只能通过一定的方法对测量误差进行估计,这就需要引入不确定度的概念.不确定度是指由于测量误差的存在而对被测量值不能肯定的程度,是表征被测量的真值所处的量值范围的评定.我们在表示完整的测量结果时,除给出被测量