

<<近代物理实验>>

图书基本信息

书名：<<近代物理实验>>

13位ISBN编号：9787030360618

10位ISBN编号：7030360613

出版时间：2012-12

出版时间：科学出版社

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

<<近代物理实验>>

内容概要

《普通高等教育"十二五"规划教材:近代物理实验》共编入25个近代物理实验,除了原子物理、核物理、固体物理、磁学、激光、真空及镀膜、低温、共振等领域发展较早且至今仍然发挥重要作用的实验方法外,还加入了巨磁电阻、纳米科学、扫描探针显微术等代表最近30年内物理学实验技术重大进展的典型实验。

《普通高等教育"十二五"规划教材:近代物理实验》侧重于使学生掌握面向物理学前沿的物理思想和实验技能,提高其科学探索素质。

《普通高等教育"十二五"规划教材:近代物理实验》可作为理工类高等院校物理学专业本科生的教材,也可供从事相关研究工作的研究生、科技人员和中学物理教师参考。

书籍目录

前言物理实验的数据测量与数据处理专题实验1 光谱的测量与分析1.1 氢(氘)原子光谱1.2 钠原子光谱1.3 激光拉曼光谱专题实验2 真空技术与样品制备2.1 真空的获得与测量2.2 真空镀膜2.3 纳米微粒的制备专题实验3 晶体衍射分析3.1 X射线衍射的固体结构仿真3.2 粉末法测定多晶体的晶格常数3.3 劳厄法确定单晶体的晶轴方向专题实验4 微波技术4.1 微波传输特性的测量4.2 微波介质特性分析4.3 微波铁磁共振专题实验5 磁共振专题5.1 电子自旋共振5.2 光泵磁共振5.3 脉冲核磁共振专题实验6 原子与原子核物理6.1 弗兰克-赫兹实验6.2 法拉第-塞曼效应6.3 射线能谱测量6.4 电子衍射6.5 快速电子的动量与动能的相对论关系专题实验7 固体物理7.1 振动样品磁强计测量内禀磁特性7.2 磁电阻效应7.3 超导体临界温度的测量专题实验8 扫描探针显微技术8.1 扫描隧道显微镜8.2 原子力显微镜附表 物理学常数表

章节摘录

物理实验的数据测量与数据处理 近代物理实验要用到较为综合的实验技术和较为复杂的实验设备。实验的测量值，有些比较精确，有些则具有明显的涨落成分；有些可以多次测量，有些则不具备测量的重复性；有些信号相当强烈，有些信号则很微弱。这需要更系统地掌握数据测量和数据处理理论。

一、物理实验的基本方法

1比较法 将被测量量与量具进行比较来获得测量值。砝码、直尺、角规等量具能被赋予标准值，直接与被测量量进行比较，称为直接量具（标准量具）；温度计、万用表等量具需要借助其他可测量，间接与被测量量进行比较，称为间接量具。万用表要用标准电池和标准电阻来测量电压，像这样需要不止一个标准量具的复杂间接量具也称为比较系统。代替法、置换法是异时的比较法（即至少需要在两个不同时刻进行比较）。所有测量都必然含有比较法。

2放大法 将过小的被测量量先进行放大再进行测量。长度、角度和电学量的放大是放大法的主要内容。光杠杆法测量微小长度、镜尺法测量小角度、视角放大法提高人眼的分辨能力（如放大镜、显微镜、望远镜）、螺旋放大法精密测量长度（如螺旋测微计和读数显微镜）和电流电压放大法测量微弱电信号（如锁相放大器）是典型的放大法。

3补偿法 被测系统受某种作用，存在效应，同时受另一种同类作用，存在效应，如果的存在使不能显示，则就是的补偿。测量时依靠人为制造可测量的效应，去测量不可测量的效应，就是补偿法。完整的补偿法测量系统由待测、补偿、测量和指零四部分装置组成。指零装置显示待测量量与补偿量比较的结果，有示零（完全补偿）和示差（不完全补偿）两种。天平和弹簧秤通过人为施力制造补偿效应。电势差计、电桥和补偿法测光程差都是常见的补偿测量法。补偿法经常用于校正系统误差，道理是制造另一种因素去补偿无法消除的不合理因素。例如，金属膜电阻的温度系数为正，而碳膜电阻的温度系数为负，将它们适当搭配在电路里，可以消除温度变化对电路的影响。各种补偿电路都是为了减小电路的某种浮动；光学补偿器用于抵消光学器件产生的光程差。

4转换法 对于无法直接测量、不方便直接测量或者测量准确性差的物理量，常将被测量量先转化成其他的可测量量，再通过可测量量的值反求被测量量的值。玻璃温度计利用材料的热胀冷缩性质，通过测量长度得知温度。电测法将被测量量转化成电学量，光测法则将被测量量转化成光学量。转换法测量需要传感器。传感器一般包括敏感元件和转换元件两部分。电容、电感和电阻都可以用作传感器。测量温度的热电传感器可以是金属电阻（Cu、Pt等，求值复杂但准确）、热敏电阻（ SnO_2 等半导体，灵敏但不够稳定）、pn结传感器（通恒定正向电流，则结电压反映温度，灵敏准确但测温范围窄）和热电偶（铜康铜、铂铂铑等多种类，稳定）等。压电传感器（ BaTiO_3 等）可以测量声波；霍尔片是磁电传感器；光电传感器包括光电管、光电倍增管、光敏电阻、光导管和光电池等；气敏电阻可以测量气体成分；光的几何性质可以用来测量材料的折射率；光的干涉性质可以用来测量物体长度、微小位移和曲率；此外还有声光传感器、电光传感器、磁光传感器等。

5模拟法 受对象过于庞大、危险、变化缓慢等条件限制，可以制造与研究对象有一定关系的模型，代替原型进行测量。模拟法有物理模拟和数学模拟两种。物理模拟要求几何相似（模型与原型的尺寸成比例）并且物理相似（模型和原型的被测量遵从相同的物理规律）。用飞机模型在风洞里实验，可以分析飞机飞行时各部位的受力情况。轮船、桥梁、河流冲刷等都可以进行类似的流体动力学实验。数学模拟又称类比，模型和原型在物理实质上毫无共同之处，但遵守相同的数学规律。比如可以用稳恒电流场的等势线来模拟静电场的等势线，因为电磁场理论指出，二者具有相同的数学方程式。量纲分析法的关键是准确找出全部物理量。

二、物理量的测量和测量误差

1真值、测量值和误差 被测物理量的客观大小称为真值，计为 μ ；用实验手段测量出来的被测物理量数值称为测量值，计为 x 。受人所在时代的认识能力和技术水平，以及测量过程中存在的主客观因素限制，不同的人用不同的仪器在不同的时间对同一物理量进行测量，结果会存在差异；同一个人用相同的仪器连续测量同一个物理量，得到的结果也不尽相同。测量中存在随机因素，没有理由能够断定哪一次测量就是真值。第 i 次测量得到的测量值与真值的差值称为第 i 次测量结果的误差。直接测量和间接测量可以根据仪器的刻度直接读出数值的测量，称为直接测量。例如，用米尺测长度，用秒表计时间，用电压表读电压。需要由直接测量量通过函数关系间接计算出被测量值的测量，称为间接测量，如通过测直径和高得知圆柱体的体积。等精度测量和不等精度测量用同一套仪器在相同条件下对某一物理量进行多次重复测量，没有理由认为哪一次测量更精确，可以说测量具有相同的精度，称为等精度测量。否则，就是不等精度测量。多次重复测量应尽量保持精度相等。每次测量得到的一个

<<近代物理实验>>

具体测量值，就是一个随机变量的取值，每一个随机变量都和相应的分布相联系。而分布的方差说明了随机变量取值的离散程度。一个测量值的精度，就是指与其相应分布的方差。方差取决于测量方法和仪器的精度。等精度测量是指在一系列测量中，与各个测量值对应的分布有相同的方差。测量的精密度、准确度和精确度它们都是评价测量结果优劣程度的标志，与测量误差相关联。精密度表示随机误差是大还是小，如果等精度多次测量一个物理量所得到的一组数值彼此接近，即使没有分布在真值两侧，也说明精密度高；如果测量值零散地分布在真值两侧，即使没有彼此接近，只要平均值偏离真值小，就说明准确度高；如果测量数据集中在真值附近，并且精密度和准确度都高，就认为精确度高。仪器的精密度简称精度，是指仪器的最小分度（数字化仪表的精度是此量程能显示的最小物理量变化值）。精度等级用灵敏度来衡量。灵敏度是精度的倒数，意义是单位测量量引起仪器指针偏转的格数（数字化仪表的灵敏度是单位测量量除以此量程精度所得到的整数份数）。仪器的准确度是正确使用合格产品进行测量能达到的最小误差值。准确度一般达不到最小分度，所以不会优于精度。

三、误差的分类及产生原因 根据误差产生的原因，一般将误差分为三类：系统误差、偶然误差和粗差。

1 系统误差 系统误差由测量中确定存在的不合理因素引起，使测量值偏向真值的一侧。重要的系统误差简述如下。仪器误差又称工具误差，起因是仪器工具不完善或有缺陷。例如，米尺刻度不均或磨损，天平不等臂，砝码不准确，电子元件没达到要求。消除系统误差需要定期用标准仪器对测量仪器进行校验和调节，或者采取某些预知有效的方法进行补救（比如用反称法修正天平不等臂引起的误差）。调整误差起因是仪器没有事先调整到最佳使用状态，如水平、铅直、初始零点、阻抗匹配、光路共轴等调整。为了减小调整误差，要养成良好的工作习惯，严格执行操作规程。环境误差由温度、湿度、气压、震动、电磁场等环境因素与设计要求的标准状态不一致引起。修正方法是想办法消除引起误差的因素。无法消除的情况下，可用某些方式进行补偿，或者想办法估计出误差值，在测量结果中加以校正。理论误差又称方法误差，是测量所依据的理论存在近似，或测量方法考虑不周造成的。例如，用公式 $T = 2\pi \sqrt{l/g}$ 测量单摆的周期，含有小摆角近似（ $\sin \theta \approx \theta$ ）并忽略了空气阻力。其他还有忽略导线和接触电阻、不考虑透镜厚度、分子没有大小等。人身误差又称人差，是由操作人员的感觉灵敏程度和反应快慢存在差异造成的。比如，按停表，有人总是按迟有人总是按早；读示数，有人总是读低有人总是读高。以上系统误差都没有固定的方法和规律来加以消除，也不能用多次重复测量的方法以消除，只能依靠经验积累，提高素质，增强处理这类问题的能力。系统误差不具有抵偿性，应该根据系统误差出现的规律，尽可能找出其具体来源并消除其对测量结果的影响。对不能消除的系统误差，给出合理的估值。在数据处理中可以发现有变化的系统误差。分析残差有助于发现系统误差。由固定不变的因素或者按确定规律变化的因素造成的系统误差，一般还是可以掌握的。有规律的系统误差主要包括以下几种。固定误差整个测量过程中，大小和符号都不变的系统误差。比如由砝码的实际质量偏离公称质量引起的误差。固定误差影响算术平均值，但不影响残差和标准方差。对标准样品进行测量，可以发现固定误差。线性误差在测量过程中，随某些因素作线性变化的系统误差。比如用存在刻划误差的直尺测量长度。多项式误差忽略多项式的高次项引起的误差。周期性误差在测量过程中，随某些因素按周期性规律变化的系统误差。比如，使用指针转轴偏离刻度盘中心的秒表计时。复杂规律误差在测量过程中，系统误差按确定但复杂的规律变化。比如，使用指针偏转角与偏转力矩不能严格成正比的微安表测电流。

2 偶然误差 偶然误差也称为随机误差，是指同一个人使用同一台仪器在相同条件下对同一测量量进行多次等精度重复测量，测量结果也存在的差异。大量多次测量的偶然误差服从统计规律，误差呈正态分布。误差的正态分布特征为：误差为某一数值的概率最大；小误差出现的概率比大误差出现的概率大；正误差和负正误差出现的概率相等，具有抵偿性。

3 粗差 粗差是实验差错引起的明显不合理误差，即过失误差。比如电源电压瞬时异常可以导致跳变的测量值。含有粗差的测量值称为坏值。分析数据时，应将坏值剔除。

<<近代物理实验>>

编辑推荐

近代物理实验课程为高年级物理专业本科大学生开设，需要原子物理学、量子力学和固体物理学等理论课程的配合。

李国庆编著的《近代物理实验》安排的25个实验项目，以近代物理学发展史中起重大突破性作用的实验手段为主，注重介绍代表性的基本实验原理和方法。

为了适应当前物理学前沿发展对未来科研人员素质的要求，本书尽量选择仍然在当前科学研究中发挥重要作用的实验方法，并加入了巨磁电阻效应、纳米材料制备和扫描探针显微术等代表最近30年物理学研究发展方向的典型实验技术手段。

本书可作为一般理工类高等院校物理学专业本科生的教材，各校可以根据各自的实验室条件选做其中的内容。

书中每个实验项目安排5学时，师范类专业应该不低于70学时，研究型和应用型专业可以分两学期开课，使总课时达到90学时以上。

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>