

普通高等教育“十二五”规划教材

大学物理 实验指导与报告

(第二版)

顾大伟 张共宁 袁丕方 张 莉 编
蔡永明 审核



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

大学物理实验指导与报告

(第二版)

顾大伟 张共宁 编
袁丕方 张 莉
蔡永明 审核

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要由实验操作指导及思考题、实验试卷和实验报告三部分组成。实验操作指导及思考题部分有针对性地重点而详细地介绍了每个实验过程的操作要点和实验中容易发生的问题以及解决办法；实验试卷部分主要是由数据处理知识和部分实验操作题组成的考试卷；实验报告部分是根据每个实验的特点设计的报告纸，为学生规范书写实验报告提供方便。

本书可作为普通高等理工科院校、民办学院和成人类院校的大学物理实验学习辅助参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验指导与报告/顾大伟等编. —北京: 科学出版社, 2013
(普通高等教育“十二五”规划教材)
ISBN 978-7-03-036674-0

I. ①大… II. ①顾… III. ①物理学-实验-高等学校-教材 IV. ①O4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 026786 号

责任编辑: 沈力匀 / 责任校对: 耿 耘
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 夏 亮

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013 年 3 月第 二 版 印张: 15 3/4

2014 年 1 月第二次印刷 字数: 374 000

定价: 27.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈骏杰〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235 (VP04)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

第二版修订说明

大学物理实验课是理工科学生的重要基础课。通过这门课程的学习，特别是经过具体的实验操作可以提高学生的动手能力、分析问题和解决问题的能力。因此，完成好这门课程的每个学习环节，对培养学生今后具有良好的工作习惯和严谨的科学态度有很大帮助。为了帮助学生解决在实验中经常遇到的一些问题和帮助学生进一步提高实验能力，我们编写了这本教学辅助书。书中实验均是全国大学物理实验指导委员会在工科物理实验指导中所列的实验，具有一定的代表性。书中的实验操作要点指导、实验试题、思考题和针对每个具体仪器的使用注意事项等都是在教学中的一些经验总结。希望通过本书可以帮助读者较好地掌握大学物理实验这门课。

本书出版已5年，为使这本《大学物理实验指导与报告》更适合教学的需要，我们结合教学实践过程中遇到的一些问题，同时又征求了学生和同行的意见与建议，对第一版做了修订。主要变化如下：

- (1) 删除几个大学物理实验课程中已不常开的实验。
- (2) 修改了部分实验内容，使之与新的教学仪器更加吻合。
- (3) 对部分实验的教学要求等做了微调，特别是对实验报告部分中的一些数据处理做了具体要求，使之更加适合教学要求。

目 录

第二版修订说明

大学物理实验的程序和要求	1
--------------	---

实验操作指导及思考题

实验一 密度的测定	7
实验二 金属丝杨氏弹性模量的测定 (静态法)	10
实验三 三线摆	16
实验四 固体比热容的测定	18
实验五 声速的测量 (超声)	21
实验六 非良导体热导率的测定	23
实验七 电学基本测量	28
实验八 惠斯登电桥测电阻	32
实验九 非线性电阻	35
实验十 用板式电位差计测电动势	38
实验十一 热电偶法测温度	42
实验十二 非平衡电桥	44
实验十三 电流场模拟静电场	47
实验十四 霍耳效应法测定螺线管轴向磁感应强度分布	49
实验十五 双臂电桥测低电阻	52
实验十六 示波器的使用	55
实验十七 分光计的调整	58
实验十八 折射率的测定	64
实验十九 光栅衍射	66
实验二十 等厚干涉	69
实验二十一 迈克尔逊干涉仪	71
实验二十二 电子电荷的测定——密立根油滴实验	75
实验二十三 金属电子逸出功的测定	78
实验二十四 光电效应法测普朗克常数	81
实验二十五 霍耳效应	86
实验二十六 电表的改装	89

实验二十七 夫兰克-赫兹实验	91
实验二十八 感温电阻温度特性的研究	93
附件一 利用 Excel 处理大学物理实验数据	97
附件二 利用 Origin 软件处理大学物理实验数据	101

实验试卷

大学物理实验试卷 (一)	109
大学物理实验试卷 (二)	110
大学物理实验试卷 (三)	111
大学物理实验试卷 (四)	112
大学物理实验试卷 (五)	113
大学物理实验试卷 (六)	114
大学物理实验试卷 (七)	115
大学物理实验试卷 (八)	116

实验报告

实验一 密度的测定	119
实验二 金属丝杨氏弹性模量的测定 (静态法)	123
实验三 三线摆	127
实验四 固体比热容的测定	131
实验五 声速的测量 (超声)	135
实验六 非良导体热导率的测定	139
实验七 电学基本测量	143
实验八 惠斯登电桥测电阻	147
实验九 非线性电阻	151
实验十 用板式电位差计测电动势	155
实验十一 热电偶法测温度	159
实验十二 非平衡电桥	163
实验十三 电流场模拟静电场	167
实验十四 霍耳效应法测定螺线管轴向磁感应强度分布	171
实验十五 双臂电桥测低电阻	175
实验十六 示波器的使用	179
实验十七 分光计的调整	183
实验十八 折射率的测定	187

实验十九 光栅衍射	191
实验二十 等厚干涉	195
实验二十一 迈克尔逊干涉仪	199
实验二十二 电子电荷的测定——密立根油滴实验	203
实验二十三 金属电子逸出功的测定	207
实验二十四 光电效应法测普朗克常数	211
实验二十五 霍耳效应	215
实验二十六 电表的改装	219
实验二十七 夫兰克-赫兹实验	223
实验二十八 感温电阻温度特性的研究	227
实验二十九	231
实验三十	235
大学物理实验试卷 ()	239

大学物理实验的程序和要求

大学物理实验作为以训练实验技能和培养初步的实验设计能力为主的学生实验课程，其进行过程主要包括三个基本环节：实验前的预习，实验进行时的实际操作，实验之后的总结工作——实验报告。

一、实验的程序

1. 实验预习

由于课堂实验时间是很有限制的，要想在规定的时间内高质量地完成要求的实验任务，做好实验预习是十分重要的。

实验预习就是在实验进行之前，学生通过认真阅读和理解实验教材，并辅之以阅读一定的参考资料，了解实验目的要求、实验原理、实验的基本步骤、数据处理方法、注意事项等，并写好预习报告的过程。

预习报告主要内容有：

- (1) 实验名称。
- (2) 实验原理简述及主要测量计算式。
- (3) 实验基本步骤。
- (4) 注意事项。
- (5) 设计实验数据记录表格。

特别值得提出的是，对实验中涉及的仪器设备，尤其是以前未使用过的，要尽量了解其结构原理、性能特点、使用方法等，做好实验预习。

2. 实验操作

实验的过程是学生自己动手动脑实际操作仪器进行实验测量的过程，它是对学生的实验技能、预习情况的综合检查。为了顺利进行实验，下面介绍一下实验进行的基本过程：

(1) 认识仪器。熟悉一下将要使用的仪器、设备等的型号、构造特点、使用方法、测量误差等，并做好需要的记录。

(2) 熟悉操作步骤。对照实物研究实验操作程序，想一想原方案是否合理。此时，不要急于动手，以免造成错误。

(3) 调试安装实验仪器。首先对单个仪器进行检查调试，然后再按实验要求安装。应使用指定仪器，未经许可不得随意调换。仪器安装好后，必要时应请教师检查。

(4) 实验试做和观察。为了事先纠正实验过程中可能出现的问题或错误，避免数据测量时出现问题，要重视实验试做。

(5) 数据测量和记录。实验开始后,要仔细观察,认真思考,及时测量,准确读取和记录数据。读取数据要符合读数规则,记录数字应为有效数字,并要注明单位。发现异常现象、仪器故障及损坏要及时报告,以便解决。

(6) 数据检查。要求的数据测量完成后,不要忙于撤除仪器,首先自己检查数据的合理性,然后交教师检查。如果问题较大,应重做。

(7) 结束实验。经教师检查同意后,方可拆除仪器,放回原位摆放整齐,搞好清洁卫生,待教师验收签字后离开实验室。

3. 实验报告

写实验报告的目的是为了培养和训练学生以书面的形式总结实验工作或报告科学成果的能力。实验报告中不仅应该有清晰的思路,齐全的数据、图表,而且要有科学的结论。一般要求实验报告中要写清如下内容:

(1) 实验名称、日期、实验者和合作者等。

(2) 实验目的要求。

(3) 实验仪器设备(在实验时记下型号和规格)。

(4) 实验原理:扼要写出实验原理、主要公式,画出必要的原理图。

(5) 数据记录和处理:写清实验数据记录表格,进行正确的计算,并求出误差或不确定度,给出实验结果或结论。

(6) 实验讨论:通过分析,说明通过实验得到的收获,提出改进建议,指出误差原因,对实验中观察到的异常现象的解释与讨论,回答课后思考题等。

二、基本要求

(1) 必须认真预习,实验前写出预习报告,无预习报告者,不能参加实验。

(2) 实验中必须按步骤及规程进行,切忌盲目操作,必要时需经教师检查后方可进行实验。

(3) 数据记录应科学、实事求是,严禁编造、抄袭,原始记录要经教师签字后才有效。

(4) 实验结束后,必须整理好仪器,搞好清洁卫生,填好登记表,教师检查签字后方可离去。

(5) 实验中必须服从安排,不得串组。

(6) 严禁抄袭实验报告,一经发现,两人该次实验成绩记零分。

(7) 无故缺席者不补做;因病因事缺席者,需提交有关方面出具的证明。

三、如何学好物理实验课

要学好物理实验课,除了要按照规定步骤进行实验外,还应注意:

(1) 注意学习和总结实验中所采取的实验方法,尤其是基本的测量方法。这些基本的

测量方法是经常用到的，也是复杂测量方法的基础。

(2) 要自觉地培养分析实验、发现实验中的问题和解决问题的能力。不要得到一个所谓好的结果就高兴，就认为已经学好了这个实验。实际上，任何实验结果，由于各种因素的影响总会与实验结果有差异，问题在于分析这种差异的大小与存在是否合理。在实验过程中，仪器不可避免地可能会出现故障，遇到这种情况，要力求自己去分析，自己动手去解决。即使请教师解决，也要留意观察、细心体会教师是如何解决的。可以说，能否发现和排除仪器故障是实验能力强弱的重要表现。一定要注意这方面的锻炼。

(3) 注意培养良好的实验习惯。在实验过程中，有些事情看来简单，但对保证实验安全顺利地进行、少出差错，都起着重要的作用。如清晰、准确、如实地记录实验数据，合理地布置仪器设备，记录实验的时间、地点和实验环境（温度、湿度、气压等），注意安全，节约用水用电及保持环境的肃静、整洁等。

实验操作指导及思考题

实验一

密度的测定

密度是物质的基本物性之一，与物质的结构、纯度、温度、压力等因素有关，工业生产中常通过测定密度来进行原料成分分析和纯度鉴定等。

一、实验目的

- (1) 掌握物理天平的调节和使用，掌握游标卡尺、螺旋测微器的使用方法。
- (2) 理解用阿基米德原理测量固体密度的方法。
- (3) 学习用不确定度传播律评定间接测量的不确定度。

二、实验仪器

物理天平，游标卡尺，螺旋测微计（千分尺），铜圆柱体，砝码，烧杯。

三、实验内容与操作要点指导

(1) 用螺旋测微器测量铜圆柱体直径 10 次，要求在不同位置测量。螺旋测微器的精密螺纹的螺距是 0.5mm，旋转螺帽有 50 个等分刻度，因此旋转螺帽每旋转一小格，相当于测微螺杆前进或后退了 $0.5/50=0.01\text{mm}$ 。可见，转动螺帽的每一小格表示 0.01mm，所以螺旋测微器可准确到 0.01mm。由于还能再估读一位，可读至毫米的千分位。以可动尺边缘为准在固定刻度上读出毫米数，从可动刻度上读出毫米以下的小数，测量长度为二者之和。

螺旋测微器注意事项：

① 先用粗测旋钮使测头小砧接近被测物，后用微调旋钮使测头小砧接触被测物。听到“喀”、“喀”止动声后停止旋转。

② 读数时要注意固定刻度尺上表示 0.5mm 的刻线是否已经露出。

③ 螺旋测微器读数时必须估读一位，即估读到 0.001mm 这一位上。

④ 注意螺旋测微仪的零点误差的判断。

(2) 用游标卡尺测量铜圆柱体高 10 次，要求在不同位置测量。游标卡尺的读数：从游标卡尺的主尺上准确读出 mm 位，在游标尺上读出 mm 位的下一位。以 50 分游标卡尺为例，若游标尺上的第 N 格与主尺上的某一格对齐，则游标尺的读数为 $0.02 \times N$ ，主尺、游标尺读数之和即是测量值。

游标卡尺注意事项：

- ① 根据被测对象情况，决定使用外测量爪、内测量爪、深度尺。
- ② 游标卡尺在读数时不需向后估读一位。
- ③ 测量之前应检查游标卡尺的零点读数，看主副尺的零刻度线是否对齐，若没有对齐，须记下零点读数，以便对测量值进行修正。

- ④ 卡住被测物时，松紧要适当，不要用力过大，注意保护游标卡尺的刀口。
- ⑤ 测量圆筒内径时，要调整刀口位置，以确保测出的是直径而不是弦长。

(3) 调整天平及测量。

- ① 调整天平底座水平。用水准泡作参照，调节底座下的螺丝。
- ② 调整天平空载平衡。将游码拨到横梁零位。调整横梁两端的螺丝使其平衡。
- ③ 用物理天平称量铜圆柱体在空气中的质量 m_1 ，单次测量。
- ④ 用物理天平称量铜圆柱体在水中的质量 m_2 ，单次测量。

(4) 仪器使用注意事项。

- ① 严格遵守物理天平操作步骤和操作规则，正确使用天平。
- ② 在液体中称衡时应注意不使样品露出水面或接触烧杯。

③ 实验中应注意随时排除附着于待测样品上的气泡，当物体放入水中后，物体表面形成的气泡同样会产生测量误差。一个直径为 0.5mm 大小的气泡会产生小于 0.1mg 的额外浮力；直径为 1mm 大小的气泡会产生约为 0.5mg 的额外浮力；直径为 2mm 大小的气泡会产生近似 4.2mg 的额外浮力。大的气泡在测量前必须除去，排除方法可以用细丝轻轻摇振。

④ 天平使用注意事项：被测物体的质量不能超过天平的量程；待测物体和砝码的放置应为“左物右码”；不能用手直接接触砝码，应使用专用镊子；取待测物或加减砝码时应使天平止动。天平的读数方法：待测物的质量等于砝码的总质量加上游码所示读数。

四、思考题

(1) 利用浮力原理将物体体积测量归结为质量的测量，这种方法较排水法有什么优点？

(2) 实验中吊起铜块为什么用细线而不用粗线？如果线的粗细一样，用棉线好还是用尼龙线或金属丝好？如果细线会影响测量结果，试定性地说明对密度的测量有何影响。

(3) 天平平衡时启动，为何不停地摆动？当天平略平衡时，为何只偏倾一定范围，而不无限地向一侧偏倾？

(4) 试分析使用物理天平时，可能存在的系统误差，应如何消除或减少它们？

(5) 已知游标卡尺的测量准确度为 0.01mm，其主尺的最小分度的长度为 0.5mm，试问游标的分度数（格数）为多少？

(6) 如何确定螺旋测微器的零点读数的正负？如何确定游标卡尺负的零点读数？

(7) 什么叫天平的最大称量、感量及灵敏度？对照仪器说明物理天平可读出的最小读数。

- (8) 调好物理天平的标志是什么？为什么要调节水平？若天平前后不平、左右不平分别对测量有何影响？调零时指针停在任一位置可以吗？为什么？
- (9) 试述物理天平的操作步骤和操作规则。
- (10) 流体静力称衡法的基本思想是什么？
- (11) 待测物体放入液体后，其表面为什么会产生气泡？怎样做才能使之少产生气泡？怎样排除气泡？
- (12) 为什么在同一实验中用了两种测量长度的仪器？

实验二

金属丝杨氏弹性模量的测定（静态法）

力作用于物体所引起的效果之一是使受力物体发生形变，物体的形变可分为弹性形变和塑性形变。固体材料的弹性形变又可分为纵向、切变、扭转、弯曲，对于纵向弹性形变可以引入杨氏模量来描述材料抵抗形变的能力。杨氏模量是表征固体材料性质的一个重要的物理量，是工程设计上选用材料时常需涉及的重要参数之一，一般只与材料的性质和温度有关，与其几何形状无关。

实验测定杨氏模量的方法很多，如拉伸法、弯曲法和振动法（前两种方法可称为静态法，后一种可称为动态法）。本实验是用静态拉伸法测定金属丝的杨氏模量。本实验提供了一种测量微小长度的方法，即光杠杆法。光杠杆法可以实现非接触式的放大测量，且直观、简便、精度高，所以常被采用。

一、实验目的

- (1) 掌握用光杠杆测量微小长度变化的原理和方法，了解其应用。
- (2) 掌握各种长度测量工具的选择和使用。
- (3) 学习用逐差法处理实验数据。

二、实验仪器

金属丝杨氏模量测定仪（一套）（图 2-1），钢卷尺，米尺，螺旋测微器，游标卡尺。

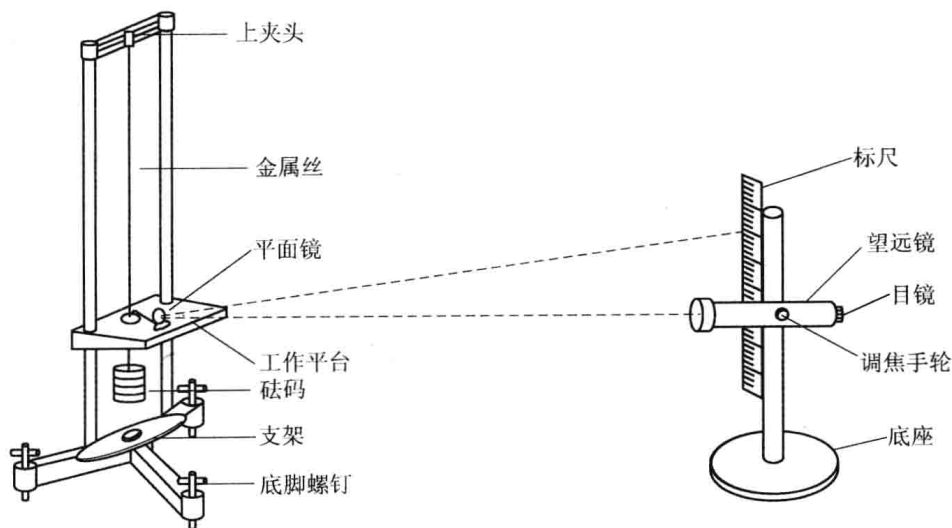


图 2-1 金属丝杨氏模量测定仪