

大学物理

实验报告学习指导

黄楚云 贺 华 主编



科学出版社

大学物理实验报告学习指导

黄楚云 贺 华 主编

科学出版社

北 京

版权所有,侵权必究

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

内 容 简 介

本书根据教育部颁发的《高等工科大学物理课程教学基本要求》,结合理工科院校的专业设置特点和一般物理实验室设备仪器的实际情况,在多年教学实践的基础上编写而成,内容包括力学、热学、电磁学、近代物理实验等常开实验项目,与《大学物理实验》(第二版)(阎旭东、徐国旺主编,科学出版社出版)配套使用,也可作为相关教学 and 实际工作者的参考读物。

本书实用性强,学生在做实验之前,先须完成该实验的预习报告,即书中【实验原理及预习问题】部分。在实验室做完实验后,需按要求填写数据表格,计算实验数据,回答问题,最后完成完整实验报告。验收考核时,每项实验成绩可包括预习成绩、操作成绩和报告成绩三项,环环相扣,保证实验教学质量。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验报告学习指导/黄楚云,贺华主编. —北京:科学出版社, 2012. 2

ISBN 978-7-03-033408-4

I. ①大… II. ①黄…②贺… III. ①物理学—实验—高等学校—教学参考资料 IV. ①O4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 013232 号

责任编辑:王雨舸/责任校对:董艳辉

责任印制:彭 超/封面设计:苏 波

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>

武汉中远印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

开本:787×1092 1/16

2012 年 1 月第 一 版 印张:7 1/4

2012 年 1 月第一次印刷 字数:170 000

定价:16.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

根据教育部颁发的《高等工科大学物理课程教学基本要求》，结合理工科院校的专业设置特点和一般物理实验室设备仪器的实际情况，在多年教学实践的基础上，我们编写了这本《大学物理实验报告学习指导》，内容包括力学、热学、电磁学、近代物理实验等常开实验项目，与《大学物理实验》(第二版)(阎旭东、徐国旺主编，科学出版社出版)配套使用，也可作为相关教学 and 实际工作者的参考读物。

实验报告是实验教学中必不可少的一个重要环节，编者在多年的教学实践中发现，学生对完成报告的步骤和意义都不甚了解，编写此书的目的就是为了解决这一弊端，让思考代替抄书照搬，让创意代替机械计算。使用本书可有效减轻学生在完成报告上的工作量，且能明显提高实验教学质量与水平。

本书实用性强，学生在做实验之前，先须完成该实验的预习报告，即书中【实验原理及预习问题】部分。在实验室做完实验后，须按要求填写数据表格，计算实验数据，回答问题，最后完成完整实验报告。验收考核时，每项实验成绩可包括预习成绩、操作成绩和报告成绩三项，环环相扣，保证实验教学质量。

本书由黄楚云、贺华主编，江铭波、甘路、别业广为副主编，徐斌、邓罡、裴琳、吕清花、李文兵、吕桦、杨涛参予编写，张培林等同志对书稿进行了梳理和校正，在此表示感谢。

由于水平有限，时间仓促，疏漏和不足在所难免，诚望同仁和读者批评指正。

编 者
2011年12月

目 录

1. 长度和密度的测量	1
【实验目的】	1
【实验仪器】	1
【实验原理及预习问题】	1
【实验内容和原始数据记录】	2
【实验数据处理】	4
【课后问题与思考】	5
2. 转动惯量的测量	7
【实验目的】	7
【实验仪器】	7
【实验原理及预习问题】	7
【实验内容和数据处理】	8
【实验小结和体会】	11
3. 杨氏模量的测量	13
【实验目的】	13
【实验仪器】	13
【实验原理及预习问题】	13
【实验内容和数据处理】	14
【实验小结和体会】	16
4. 液体表面张力系数的测量	17
【实验目的】	17
【实验仪器】	17
【实验原理及注意事项】	17
【实验内容】	18
【实验数据处理】	18
【实验小结和体会】	21
5. 示波器的原理与使用	23
【实验目的】	23
【实验仪器】	23
【实验原理及预习问题】	23
【实验内容和数据处理】	25
【实验小结和体会】	26

6. 静电场的模拟	27
【实验目的】	27
【实验仪器】	27
【实验原理及预习问题】	27
【实验内容和原始数据记录】	29
【实验数据处理】	31
7. 电桥法测电阻	33
【实验目的】	33
【实验仪器】	33
【实验原理及预习问题】	33
【实验内容和数据处理】	35
【实验小结和体会】	36
8. 电子射线束的电偏转和磁偏转	37
【实验目的】	37
【实验仪器】	37
【实验原理及预习问题】	37
【实验内容和数据处理】	38
【实验小结和体会】	44
9. 薄透镜焦距的测量	45
【实验目的】	45
【实验仪器】	45
【实验原理及预习问题】	45
【实验内容和数据处理】	46
【实验小结和体会】	48
10. 分光计的结构与调整	49
【实验目的】	49
【实验仪器】	49
【实验原理及预习问题】	49
【实验内容和数据处理】	51
【实验小结和体会】	51
11. 电表改装与校准	53
【实验目的】	53
【实验仪器】	53
【实验原理及预习问题】	53
【实验内容和数据处理】	55
12. 超声波在空气中的传播	59
【实验目的】	59
【实验仪器】	59

【实验原理及预习问题】	59
【实验内容和数据处理】	60
【实验小结和体会】	62
13. 电位差计的校准和使用	63
【实验目的】	63
【实验仪器】	63
【实验原理及注意事项】	63
【课前思考题】	64
【实验内容和数据处理】	65
【课后思考题】	66
【实验小结和体会】	68
14. 用牛顿环测量透镜的曲率半径	69
【实验目的】	69
【实验仪器】	69
【实验原理及预习问题】	69
【实验内容和数据处理】	70
【实验小结和体会】	72
15. 用分光计测量三棱镜的折射率	73
【实验目的】	73
【实验仪器】	73
【实验原理及预习问题】	73
【实验内容和数据处理】	75
【实验小结和体会】	77
16. 用双棱镜测量光波的波长	79
【实验目的】	79
【实验仪器】	79
【实验原理及预习问题】	79
【实验内容和数据处理】	80
【实验小结和体会】	81
17. 单缝衍射	83
【实验目的】	83
【实验仪器】	83
【实验原理及预习问题】	83
【实验内容和数据处理】	84
【实验小结和体会】	86
18. 迈克尔孙干涉仪的调整和使用	87
【实验目的】	87
【实验仪器】	87

【实验原理及预习问题】	87
【实验内容和原始数据记录】	88
【实验数据处理】	89
【课后问题与思考】	89
19. 密立根油滴实验	91
【实验目的】	91
【实验仪器】	91
【实验原理及预习问题】	91
【实验内容和数据处理】	92
【实验数据处理】	93
【课后问题与思考】	94
20. 光电效应测定普朗克常量	95
【实验目的】	95
【实验仪器】	95
【实验原理及预习问题】	95
【实验内容和数据处理】	96
【实验小结和体会】	98
21. 弗兰克-赫兹实验	99
【实验目的】	99
【实验仪器】	99
【实验原理及预习问题】	99
【实验内容和数据处理】	101
【实验小结和体会】	102
22. 温度传感器的特性研究	103
【实验目的】	103
【实验仪器】	103
【实验原理及预习问题】	103
【实验内容和数据处理】	104
【实验小结和体会】	106

实验项目名称：长度和密度的测量

学号：_____ 姓名：_____ 班级：_____ 实验序号：_____
时间：第_____周 星期_____第_____节课 联系方式：_____

【实验目的】

- (1) 了解游标卡尺的结构和测量原理,掌握游标卡尺使用方法。
- (2) 了解物理天平构造,掌握物理天平的调节和使用方法。
- (3) 了解标准偏差的物理意义,掌握测量不确定度的计算方法。

【实验仪器】

游标卡尺、物理天平、待测物体。

【实验原理及预习问题】

(1) 1/20 分度和 1/50 分度的游标卡尺的测量精度分别是多少?游标卡尺是否需要估读?

(2) 用天平测量物体质量时,使用交换法测量的优点是什么?

(3) 用精度为 Δ_i 的游标卡尺测量圆柱高度 x , 5 次测量结果分别为 x_1, x_2, x_3, x_4 和 x_5 , 试写出圆柱高度 x 测量的平均值 \bar{x} 、标准偏差 σ 和总测量不确定度 Δ 的表达式。

(4) 测量某圆柱的体积 V 时, 圆柱高度 h 测量不确定度为 Δh , 圆柱直径测量 d 的不确定度为 Δd , 那么圆柱体积 V 的测量不确定度应该如何计算? 试写出简要的表达式。

【实验内容和原始数据记录】

注意 原始数据记录不得用铅笔填写, 不得大量涂改。

1. 长度测量

每个参数测量 5 次。**注意**, 可以自行决定选择多少参数以及选择哪些参数测量, 但是要求测量的参数必须足够用于计算待测物体的体积。例如圆柱就只需要选择测量一个直径和一个高度, 而课本上图示的物体需要测 3 个直径、3 个高度。

游标卡尺分度值 _____ mm 量程 _____ mm 零点 x_0 _____ mm Δ_1 _____ mm

		1	2	3	4	5
直径 d_1	读数 x					
	修正值 $x - x_0$					
直径 d_2	读数 x					
	修正值 $x - x_0$					
直径 d_3	读数 x					
	修正值 $x - x_0$					
高度 h_1	读数 x					
	修正值 $x - x_0$					
高度 h_2	读数 x					
	修正值 $x - x_0$					
高度 h_3	读数 x					
	修正值 $x - x_0$					

2. 质量测量

采用交换法测量待测物体质量,测量 3 次。

天平精度 $\Delta m_0 =$ _____

	物左码右 m_a	物右码左 m_b	实际质量 $m = \sqrt{m_a \cdot m_b}$
1			
2			
3			

【实验数据处理】

1. 长度的数据处理

完成如下表格(未测的参数可以不计算)。

	平均值	标准偏差	不确定度	最终结果
	$\bar{x} = \frac{\sum_{n=1}^N x_n}{N}$	$\bar{s} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (x_n - \bar{x})^2}{N-1}}$	$\Delta x = \sqrt{\sigma^2 + \Delta s^2}$	$x = \bar{x} \pm \Delta x$
直径 d_1				
直径 d_2				
直径 d_3				
高度 h_1				
高度 h_2				
高度 h_3				

2. 质量的数据处理

要求:计算质量测量的平均值 \bar{m} , 标准偏差 σ_m 和不确定度 Δm , 写出计算过程。

3. 密度的计算

要求:根据前面的结果和待测物体的密度计算公式,计算出密度 $\bar{\rho}$ 。密度是间接测量量,根据不确定度的传递理论,计算出密度的不确定度 $\Delta\rho$ 。以上各步骤都要求尽量写出详细计算过程。

4. 给出最终结果

$$m = \bar{m} \pm \Delta m = \text{_____ g} \quad \rho = \bar{\rho} \pm \Delta\rho = \text{_____ g/cm}^3$$

【课后问题与思考】

(1) 做完本次实验你有何体会。

(2) 用游标卡尺测量物体长度时,有哪些方法可以降低测量不确定度?(选做)

(3) 交换法测量为什么可以消除天平的不等臂造成的误差?(选做)

评分:

批改教师签名:

日期:

实验项目名称:转动惯量的测量

学号:_____ 姓名:_____ 班级:_____ 实验序号:_____
时间:第____周 星期____第____节课 联系方式:_____

【实验目的】

- (1) 学会正确测量长度、质量和时间的方法。
- (2) 学会用三线扭摆法测定圆盘和圆环绕对称轴的转动惯量。
- (3) 验证转动惯量的平行轴定理。
- (4) 加深对转动惯量的概念的理解,明确物体的转动惯量与其质量、质量分布及转轴位置有关。

【实验仪器】

三线摆、米尺、游标卡尺、物理天平、水准仪、圆环、形状和质量相同的两个圆柱体。

【实验原理及预习问题】

- (1) 三线摆实验装置。
- (2) 推导转动惯量测量式。
 - A. 圆盘的转动惯量。

B. 待测物的转动惯量。

(3) 平行轴定理。

【实验内容和数据处理】

1. 测定扭摆对通过其质心的转动惯量

(1) 调整实验装置,使三悬线的长度相等, B 盘水平

(2) 参考圆盘上的标识,记录其质量 m_0 ;用游标卡尺测量上盘悬孔间距 a ,下盘悬孔间距 b ,并据此计算上下悬点离各自圆盘中心的距离 r 和 R ;用游标卡尺测量圆盘直径,并据此计算圆盘半径 R_0 ;用米尺测量对应上下悬孔间悬线长度 l 。

(3) 测量空盘绕中心轴 OO' 转动的运动周期 T_0 ;轻轻转动上盘,带动下盘转动,这样可以避免三线摆在作扭摆运动时发生晃动(注意扭摆的角度控制在 5° 以内),测量扭摆 50 个周期所用时间,计算 T_0 ,重复三次取平均值。由《大学物理实验》(第二版)(以下简称教材)中式(3-23)和 $I_{理} = \frac{1}{2} mR_0^2$ 分别求转动惯量的实验值 I_0 和理论值 $I_{理}$,并比较分析,计算误差。

下盘质量 $m_0 =$ _____

周期测量(摆动 50 次):第 1 次 _____

第 2 次 _____

第 3 次 _____

周期平均值(摆动 1 次): _____

$$\bar{r} = \frac{\sqrt{3}}{3} \bar{a} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\bar{R} = \frac{\sqrt{3}}{3} \bar{b} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$H_0 = \sqrt{l^2 - (\bar{R} - \bar{r})^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

项目 次数	上盘悬孔间距 $2a/\text{cm}$	下盘悬孔间距 $2b/\text{cm}$	圆盘直径 $2R_0/\text{cm}$	悬线长度 l/cm
1				
2				
3				
4				
5				
平均				