



“十一·五” 高职高专公共基础课规划教材

物理实验指导 与模拟试题

■ 王英杰 邹彬 主编



“十一五”高职高专公共基础课规划教材

物理实验指导与模拟试题

主 编 王英杰 邹 彬
参 编 张玉湘 邵晓琴 于 璐

机 械 工 业 出 版 社

《物理实验指导与模拟试题》是机械工业出版社出版的《物理》(王英杰主编)教材的配套用书,适合于高职高专物理课程的实验教学。

《物理实验指导与模拟试题》中所列物理实验项目包括:测定形状规则固体的密度;用气垫导轨测瞬时速度和加速度;验证力的平行四边形定则;验证牛顿第二定律;验证动量守恒定律;验证机械能守恒定律;研究单摆的振动周期,用单摆测定重力加速度;验证理想气体状态方程;静电场的描绘;验证电阻串联和并联的规律;用伏安法测电阻;电源电动势和内阻的测定;研究电源输出功率和负载电阻的关系;感应电流方向的研究;测玻璃的折射率;测定凸透镜的焦距,研究透镜的成像规律;观察光电效应;观察干涉和衍射;光谱的观察。

模拟试题项目内容按《物理》(王英杰主编)第一章至第八章和第九章至十七章分别组题,每部分各四套模拟试题,并备有参考答案,供学生进行模拟练习。同时,也为任课教师组题出试卷提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

物理实验指导与模拟试题/王英杰,邹彬主编. —北京:机械工业出版社, 2006.2

“十一五”高职高专公共基础课规划教材

ISBN 7-111-18459-9

I. 物… II. ①王…②邹… III. 物理学—实验—高等学校:技术学校—教学参考资料 IV. 04-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第007812号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:宋学敏 版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:王伟光 责任印制:洪汉军

北京振兴源印务有限公司印刷厂印刷

2006年3月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·3.875印张·146千字

0001—4000册

定价:11.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68326294

编辑电话(010)68354423

封面无防伪标均为盗版

前 言

《物理实验指导与模拟试题》是在参考多种物理实验教材的基础上,根据高职高专培养目标和教学需要,并结合目前大多数学校的物理实验设备条件而编写的。

本书在编写方面具有以下几个特点:

1. 在实验编排上注重循序渐进,有利于引导学生逐步认识物理实验和培养实验兴趣。

2. 每个实验都有实验结果分析、问题与思考,有利于学生认真完成实验,加强理论知识的应用,巩固所学知识。

3. 图表设计合理,形象直观,文字说明通俗易懂。

4. 有对部分实验设备详细的介绍,方便学生在实验前进行预习和熟悉。

5. 模拟试题内容覆盖面广,题型和形式多样,方便学生和教师参考。

本书中,模拟试题一~四涉及《物理》教材中的第一~八章内容;模拟试题五~八涉及《物理》教材中的第九~十七章的内容。

本书由王英杰、邹彬担任主编,全书由山西大学职业技术学院王英杰负责拟定编写提纲和统稿。太原铁路机械学校邹彬负责编写实验一至实验十九;山西机电职业技术学院张玉湘负责编写模拟试题一~三;太原城市职业技术学院邵晓琴负责编写模拟试题五~七;山西综合职业技术学院于璐负责编写模拟试题四和模拟试题八。

目前,对于如何编好高职高专《物理》教材,我们仍在不断探索

IV

和实践。尽管我们做了很大努力，但限于经验和水平，教材中存在的缺点和不完善之处在所难免，恳请同行和读者予以批评和指正。

编 者

目 录

前言

绪论 1

第一部分 物理实验指导

实验一	测定形状规则固体的密度	7
实验二	用气垫导轨测瞬时速度和加速度	12
实验三	验证力的平行四边形定则	16
实验四	验证牛顿第二定律	19
实验五	验证动量守恒定律	22
实验六	验证机械能守恒定律	25
实验七	研究单摆的振动周期 用单摆测定重力加速度	28
实验八	验证理想气体状态方程	31
实验九	静电场的描绘	34
实验十	验证电阻串联和并联的规律	38
实验十一	用伏安法测电阻	43
实验十二	电源电动势和内阻的测定 (设计性实验)	46
实验十三	研究电源输出功率和负载电阻的关系	48
实验十四	感应电流方向的研究	51
实验十五	测玻璃的折射率	53
实验十六	测定凸透镜的焦距 研究透镜的成像规律	56
实验十七	观察光电效应	60
实验十八	观察光的干涉和衍射	62
实验十九	光谱的观察	65

第二部分 模拟试题及参考答案

模拟试题一	71
模拟试题二	74
模拟试题三	77
模拟试题四	80
模拟试题五	85

模拟试题六	89
模拟试题七	93
模拟试题八	97
模拟试题参考答案	103
附录	113
附录 A 国际单位制中的基本单位和辅助单位	113
附录 B 部分常用物理量及其单位	113
附录 C 部分物理基本常量和常用数据	115
附录 D 用于构成十进倍数和分数单位的词头	116
附录 E 希腊字母表	116
参考文献	117

绪 论

一、物理实验的目的与要求

物理学是一门实验科学。物理概念的建立和物理定律的发现，都是在大量实验事实的基础上，通过对现象的观察、分析、研究、归纳而总结出来的。因此，做好物理实验是学好物理学的重要环节。自己动手做实验，不仅能加深对物理现象和物理规律的理解，巩固获得的物理知识，还能培养运用实验方法解决实际问题的能力，培养严谨认真、实事求是的科学态度和工作作风，并为学习后续课程打下良好的基础。

要做好物理实验，必须在实验前做好预习，要明确实验的目的与要求，要掌握实验原理、步骤和仪器操作程序。实验时必须认真操作，仔细观察，正确计量和处理实验数据，并分析、判断实验结果，从中得出正确的结论。最后写好实验报告。

二、实验误差

在物理实验中，经常要对一些物理量进行测量，而测得的数据与被测量的真实值不可能完全一致，总会出现不同程度的偏差，这种现象称为误差。

1. 误差的产生

(1) 系统误差 由于仪器精度的限制、实验方法不完善、个人读数时产生偏差及环境变化造成误差等，引起多次测量结果总是偏大或偏小，这种误差称为系统误差。例如，电表的零点未校准而大于零点，那么，用它来进行测量，则每次的读数总是偏大的。这种误差是有规律的，只要找出原因，就可加以修正。

(2) 偶然误差 排除了系统误差，仍然存在测量结果或偏大或偏小的情况，这种误差称为偶然误差。实验表明：偶然误差中偏大或偏小的机会是均等的。因此，可进行多次测量，取平均值作为测量结果，这样就会大大减小偶然误差。

(3) 过失误差 主要是由于观察者测量技巧不熟练或粗心大意及违规操作而引起的误差。实验过程中，应尽量避免过失误差。

2. 误差的表示

通常在写出实验结果时，必须同时写出这一结果的误差大小。例如，对棒长 l 进行 3 次测量，得到如下结果：

l_1	l_2	l_3
2.32m	2.33m	2.37m

这些结果的算术平均值 $\bar{l}$ ，最接近于被测棒的真实长度。计算误差就是以它作为真实长度，和测量结果加以比较。

$$\bar{l} = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{3} = 2.34\text{m}$$

(1) 绝对误差 测量值与真实值之间的差值，称为绝对误差。若用 $\bar{X}$ 表示多次测量的平均值， x_i 表示测量值，则绝对误差表示为 $|x_i - \bar{X}|$ 。棒长 l 各次测量结果的绝对误差为：

第 1 次	第 2 次	第 3 次
$ l_1 - \bar{l} $	$ l_2 - \bar{l} $	$ l_3 - \bar{l} $
0.02m	0.01m	0.03m

(2) 平均绝对误差 各次绝对误差的平均值，称作平均绝对误差，用 Δx 表示为

$$\Delta x = (|x_1 - \bar{X}| + |x_2 - \bar{X}| + \cdots + |x_i - \bar{X}|) / i$$

棒长 l 测量结果的平均绝对误差为

$$\Delta l = (0.02 + 0.01 + 0.03) \text{ m} / 3 = 0.02\text{m}$$

(3) 平均相对误差 平均绝对误差和被测量平均值的百分比，称为平均相对误差，它表示测量的精密程度，用 δx 表示，有

$$\delta x = (\Delta x / \bar{X}) \times 100\%$$

δx 越小，表示测量的精密度越高。

测量棒长的平均相对误差为

$$\delta l = (0.02 / 2.34) \times 100\% \approx 0.85\%$$

3. 测量结果的表示

把测量结果记录为

$$x = \bar{X} \pm \Delta x$$

例如，棒长的测量值应记录为

$$l = 2.34\text{m} \pm 0.02\text{m}$$

三、有效数字

在测量和数字计算中，确定该用几位数字来反映测量或计算结果的正确程度是很重要的，认为保留的位数越多越精确的看法是错误的。由于测量仪器精度的限制，无论读数如何正确，测量结果的精确程度也不可能超过仪器的精度范围。例如，用毫米刻度尺测得物体的长度为 16.8mm，由于尺上最小刻度为 1mm，可以断定其中末位数“8”是估读出来的，是不可靠的，“8”前面的数字才是可靠的；若用游标卡尺去测该物体，得到的数据是 16.82mm，由于游标卡尺能测出的最小长度为 0.02mm，所以，“8”是可靠的。可见，仪器的最小刻度表示的量

值越小，测量就越精确。由最小刻度线直接读出来的数是准确的，称为可靠数字。但是待测的量往往是在两条最小刻度线之间，只能用肉眼估计出来，因此，这个数字是不可靠的，称为可疑数字。可疑数字连同前几位可靠数字，在测量中都是有效的，称为有效数字。例如，上述数据中，16.8mm 具有 3 位有效数字，16.82mm 具有 4 位有效数字。对有效数字的应用，有以下规定：

- 1) 一切非零数字都是有效数字。例如，1.235mm 是 4 位有效数字。
- 2) 两个非零数字之间的“0”都是有效数字。例如，11.208mm 是 5 位有效数字。
- 3) 非零数字后面的“0”是有效数字，不能随便去掉。例如，1.5kg 与 1.50kg 是不同的，前者是 2 位有效数字，后者是 3 位有效数字。
- 4) 非零数字前面的“0”不是有效数字，它只与单位的变换有关。例如，0.6328um、0.00006328cm 和 0.0000006328m，都是 4 位有效数字。为方便起见，可写成指数形式： 6.328×10^{-1} um、 6.328×10^{-5} cm 和 6.328×10^{-7} m，指数不计入有效数字的位数。

第一部分 物理实验指导

实验一 测定形状规则固体的密度

姓名_____ 同组同学_____ 实验日期_____年__月__日

一、实验目的

1. 学习正确使用物理天平和游标卡尺。
2. 掌握有效数字的表示方法。
3. 掌握测定金属圆柱体密度的方法。

二、实验原理

按定义，物体的密度可作如下计算：

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中， m 为物体质量，可用物理天平测出； V 为物体体积，可用游标卡尺测出金属圆柱体的高度 h 和直径 d ，再由下式进行计算：

$$V = \pi r^2 h = \frac{1}{4} \pi d^2 h$$

三、实验仪器

金属圆柱体、物理天平、游标卡尺。

四、实验步骤

1. 用物理天平称量金属圆柱的质量 (m) 3 次，将所得数据填入表 1-1 中。
2. 用游标卡尺在金属圆柱的不同部位，把高度 h 和直径 d 各测 3 次，将所得数据填入表 1-1 中。
3. 计算出金属圆柱的密度 ρ ，并算出 ρ 的绝对误差和相对误差。

五、实验数据记录

表 1-1 测量金属圆柱体的密度

次数 项目	质量 m/kg	高度 h/m	直径 d/m	体积 V/m^3	密度 ρ $/(\text{kg}/\text{m}^3)$	绝对误差 $\Delta\rho/(\text{kg}/\text{m}^3)$	相对误差 δ
第 1 次							

(续)

次数 项目	质量 m/kg	高度 h/m	直径 d/m	体积 V/m^3	密度 ρ $/(\text{kg}/\text{m}^3)$	绝对误差 $\Delta\rho/(\text{kg}/\text{m}^3)$	相对误差 δ
第2次							
第3次							
平均值							

六、实验结果分析

金属圆柱的密度为 $\rho = \bar{\rho} \pm \Delta\rho = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}/\text{m}^3$ 。

平均相对误差为 $\delta\rho = \frac{\Delta\rho}{\bar{\rho}} \times 100\% = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

七、注意事项

1. 每次称量金属圆柱体的质量前，都应调节天平的平衡。为了保护天平的刀口，在进行调水平、取放重物等操作前，都应降下横梁。
2. 在每次用游标卡尺测量前，都应检查游标上的“0”与尺身上的“0”刻度线是否对齐，并注意视线应与刻度线垂直。

八、问题与思考

1. 使用物理天平时应注意哪些问题？

2. 使用游标卡尺时应注意哪些问题？

3. 某同学用物理天平测物体质量时，记录数据如表 1-2，请指出错误何在？

表 1-2 测量质量的数据记录

次序	第1次	第2次	第3次	平均值
测量值/g	15.22	15.18	15.2	15.2

【设备简介 1】

游标卡尺简介

游标卡尺是测量长度的精密工具之一，它可以用来测量物体的长度、深度、内径和外径。下面以精度为 0.02mm 的游标卡尺为例介绍它的使用方法。

1. 构造和精度

测量长度所使用的游标卡尺是由一根尺身和一根套在尺身上可以沿尺身滑动的游标组成，如图 1-1 所示。尺身和普通米尺一样，最小刻度是毫米，即尺身上每小格的长度为 1mm 。游标上有 50 根刻度线，但其长度仅有尺身上 49 根刻度线那么长，所以，游标上每小格的长度是 0.98mm 。这样，尺身上每小格与游标上每小格之差为 0.02mm ，这一差值就是游标卡尺的精度。

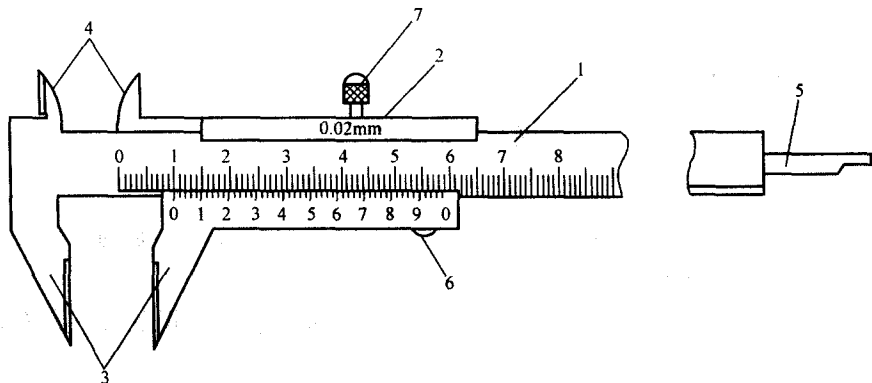


图 1-1 游标卡尺

1—尺身 2—游标 3—外量爪 4—内量爪 5—探条 6—推钮 7—紧固螺钉

2. 使用方法

1) 使用前，先将游标与尺身的长脚合拢，这时它们的“0”刻度线应对齐，否则，表明游标卡尺已磨损。

2) 测量时，左手持待测物，右手持卡尺，将待测物夹于卡尺的刀口间（不要放在凹处）。旋紧紧固螺钉。

3) 进行读数时应注意：先读尺身，再读游标。

先读尺身：读出游标“0”刻度线与尺身“0”刻度线间的刻度数 l_0 ，以“mm”为单位时， l_0 就是游标“0”刻度线左边的整数部分。

再读游标：寻找与尺身上某一刻度线重合（或最接近）的游标上的第 n 条刻度线（游标上 0 刻度线为第 0 条），以“mm”为单位时，“ $n \times \text{精度}$ ”就是测

量值的小数部分，有

测量值 = 尺身读数 + 游标读数

$$l = l_0 + n \times \text{精度}$$

例如，用游标卡尺测某物体的长度，如图 1-2 所示，先读游标尺“0”刻度线左边尺身上的整数部分 $l_0 = 8\text{mm}$ ；然后看游标上哪一根刻度线与尺身上的刻度线对齐，从图中可以看出游标上第

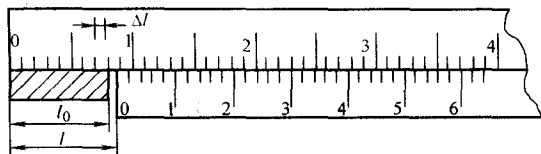


图 1-2 游标卡尺读数示例

15 条刻度线（刻度数 3）与尺身对齐（不要管尺身上是哪一根刻度线），因此，被测物体的长度是：

$$l = l_0 + n \times \text{精度} = 8\text{mm} + 15 \times 0.02\text{mm} = 8.30\text{mm}$$

【设备简介 2】

物理天平的使用

1. 构造

物理天平是称量物体质量的仪器。它是根据等臂杠杆原理制成的。其构造如图 1-3 所示，主要由横梁、支柱和秤盘三部分组成。

1) 天平底座上装有水准气泡或支柱上装有铅垂线，用以调节天平底座的水平。

2) 横梁两侧和中央分别装有钢制三棱柱，其上一锋利的棱称为刀口，物盘和砝码盘通过吊耳、吊架分别悬挂于横梁两侧的刀口上。横梁中央处的主刀口向下，承放于支柱上端的刀槽上，使横梁可灵活地自由摆动。这是天平能称量微小质量的关键所在，因此，要保护刀口的完好。

3) 横梁下面固定一指针，当横梁摆动时，指针就左右摆动。

4) 横梁的升降，由开关旋钮（升降旋钮）控制。在调节天平平衡时使用横梁两端的水平调节螺母。

5) 天平横梁上装有游码，游码由横梁左端移到右端时，相当于右盘中增加了 1.00g 的砝码。如果游码由左端移到右端共移动 50 小格，则每移动 1 小格就代表右盘中增加了 0.02g 的砝码，因此，物理天平可称量的最小质量，即天平的感量是 0.02g ，在使用游码称量时，可估计到 0.01g 。物理天平的称量是指允许测定质量的最大值，一般为 500g 。

2. 使用方法