五年制高等职业教育通用教材

技术物理实验与实训

段超英　王文钧　主编
王文钧　樊玉平
李法春　段超英　编
王一功　主审

高等教育出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容提要

本书根据教育部高等教育司关于五年制高等职业教育六门公共课程基本要求的精神编写.全书文字流畅,内容精炼,融入了作者多年职业教育物理课程的教学经验.全书分实验和综合实践训练两部分,包括实验项目24个、综合实践训练项目7个,内容丰富,覆盖了力学、热学、电磁学、光学和原子物理学;方式、方法多样,有验证、设计、观察、制作、拆装和参观等,既能使学生掌握基本实验技能,又能提高学生的动手能力,增强综合素质.

本书与技术物理教材配套,可供五年制高等职业教育和中等职业教育各专业选用.

图书在版编目(CIP)数据

技术物理实验与实训/段超英,王文钧主编.—北京:高等教育出版社,2003.7
ISBN 7-04-012859-4

Ⅰ.技… Ⅱ.①段…②王… Ⅲ.工程物理学-高等学校:技术学校-教学参考资料 Ⅳ.TB13

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第043821号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 http://www.hep.edu.cn
http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷

开 本 787×1092 1/16
印 张 8.75
字 数 200 000

版 次 年 月第1版
印 次 年 月第 次印刷
定 价 11.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换.

版权所有 侵权必究

策划编辑　邵　勇
责任编辑　董洪光
封面设计　于文燕
责任绘图　朱　静
版式设计　胡志萍
责任校对　存　怡
责任印制

前　言

根据教育部高等教育司《关于加强五年制高等职业教育管理工作的通知》精神和全国五年制高职教育公共课开发指导委员会《〈技术物理基础〉课程基本要求》，我们编写了这本《技术物理实验与实训》教材．在编写中，努力贯彻全面推进素质教育，培养有实践能力、创业能力和创新精神的高等技术应用性专门人才的思想．

物理学是一门实验科学，物理实验在物理教学中占有十分重要的地位．在职业技术教育中，技术物理课程更要强调物理实验的重要性．通过物理实验，要让学生验证、掌握物理规律，学习使用实验仪器，增强动手能力，全面提高素质．此外，还应该纠正一些人把物理学当成纯理论课程的片面认识．

本书与五年制高职教材《技术物理》配套，共分为两部分．第 1 部分为学生实验，包括力学、热学、电磁学、光学、原子物理学 24 个实验，有测量、验证、探索、设计、观察等各种实验形式，可在其中选做 16～18 个．考虑到各学校实验条件的区别，有的实验列出了 2 或 3 种实验方法．第 2 部分为综合实践训练，包括拆装、制作、实践、参观等形式共 7 个实践训练项目．按照《〈技术物理基础〉课程基本要求》，应在物理教学（包括学生实验）课时外，另安排一周时间为物理综合实践训练专用周．各学校可根据情况，在综合实践训练项目中选择 3～5 个组织学生进行实践训练．

通过技术物理课程（包括实验与实践训练）的学习，应使学生具有必备的物理基础知识，了解科学技术的发展与物理学的相互联系，学会观察物理现象，培养学生运用物理知识分析、解决实际问题的能力，掌握基本的实验技能，提高动手能力．通过学习，逐步形成科学的世界观和严谨的工作作风．能在这些方面做一些贡献，是本教材编者的愿望．

全书使用国际单位制，物理量名称及物理学名词符合全国自然科学名词审定委员会公布的《物理学名词（1996）》．

本教材由王文钧、樊玉平、李法春、段超英编写．段超英、王文钧任主编；王一功任主审；全书由段超英统稿．

编写本书时，参考了许多书刊，综合实践训练项目‘制作数字显示器’采用了陕西省安康农业学校物理组的选题，在此对有关资料的编著者表示深切的谢意．

欢迎职教物理教师、物理实验教师、学生和其他专家、读者提出宝贵意见．

编者

2003 年 3 月

目　录

绪论 …… 1
第 1 部分　实验 …… 6
§1.1　测定金属圆柱体的密度 …… 6
[仪器介绍]　物理天平 …… 7
游标卡尺 …… 8
§1.2　测定匀加速直线运动的瞬时速度和加速度 …… 10
1.2.1　用气垫导轨测定匀加速直线运动的瞬时速度和加速度 …… 10
[仪器介绍]　气垫导轨 …… 11
计时计数测速仪 …… 12
1.2.2　用电火花描迹仪测定匀加速直线运动的瞬时速度和加速度 …… 13
[仪器介绍]　电火花描迹仪 …… 19
1.2.3　用打点计时器测定匀加速直线运动的瞬时速度和加速度 …… 20
§1.3　验证力的平行四边形法则 …… 23
§1.4　验证牛顿第二定律 …… 25
1.4.1　用气垫导轨验证牛顿第二定律 …… 25
1.4.2　用电火花描迹仪验证牛顿第二定律 …… 27
1.4.3　用打点计时器验证牛顿第二定律 …… 31
§1.5　验证机械能守恒定律 …… 33
1.5.1　用气垫导轨验证机械能守恒定律 …… 33
1.5.2　用电火花描迹仪验证机械能守恒定律 …… 35
1.5.3　用单摆验证机械能守恒定律 …… 38
§1.6　验证弹性碰撞过程中动量守恒和动能守恒 …… 41
1.6.1　用气垫导轨验证弹性碰撞过程中动量守恒和动能守恒 …… 41
1.6.2　用碰撞实验器验证弹性碰撞过程中动量守恒和动能守恒 …… 43
§1.7　测定弹丸的速度 …… 45
§1.8　验证力矩平衡条件 …… 48
§1.9　测定转动惯量 …… 50
§1.10　研究单摆振动的周期　用单摆测定重力加速度 …… 54
§1.11　验证理想气体状态方程 …… 56
§1.12　学习使用多用电表 …… 59
[仪器介绍]　稳压电源 …… 63
§1.13　描绘等势线 …… 63
[仪器介绍]　灵敏电流计 …… 67
§1.14　测量电阻 …… 67
1.14.1　用伏安法测量电阻 …… 67
1.14.2　用惠斯通电桥测量电阻 …… 72
[仪器介绍]　直流电流表 …… 74
直流电压表 …… 76
§1.15　改装电表 …… 76
§1.16　测定电源的电动势和内阻(设计性实验) …… 80
§1.17　研究电源的输出功率与负载电阻的关系(设计性实验) …… 82
§1.18　观察电子束在电场、磁场中的偏转 …… 84
§1.19　研究感应电动势的方向(探索性实验) …… 86
§1.20　测定玻璃的折射率 …… 90
§1.21　测定凸透镜的焦距　验证透

需要全本请访问 www.ertongbook.com

镜成像规律 …… 92
§1.22 观察光谱 …… 95
§1.23 观察光的干涉、衍射和偏振现象 …… 97
§1.24 观察光电效应 …… 100
第 2 部分 综合实践训练 …… 102
§2.1 拆、装家用缝纫机 …… 102
§2.2 制作“水火箭” …… 108
§2.3 拆、装家用饮水机 …… 109
§2.4 拆、装电动剃须刀 …… 112
§2.5 制作数字显示器 …… 116
§2.6 组装、使用望远镜和显微镜 … 120
§2.7 参观发电厂 …… 124
2.7.1 参观火力发电厂 …… 124
2.7.2 参观水力发电站 …… 129

绪　论

一、物理学是以实验为基础的科学

物理概念的建立以及物理定律的发现都是以实验事实作为依据的.已经建立起来的物理定律或理论也必须经得起非常严格的科学实验的检验,才能被确认.综观物理学史,物理学中一些划时代的带根本性的发现,无一不是以物理实验为基础的,且往往是从实验开始的.所以,不论对物理学的发展,还是对我们学习物理学,实验都是非常重要的.

为了适应社会主义市场经济的需要,培养合格的现代化职业技术人才,按照职业教育对学生知识和能力的要求,必须要使学生学会必要的基础知识,同时更要加强实验、实践训练教学以增强实验技能、培养动手能力.物理实验是学生进校后首先遇到的实验课,要通过物理实验和实训对学生进行基本实验技能方面的训练,逐步培养起愿动脑、肯动手的实验能力,为今后提高职业技能和从事职业技术工作打下基础.

物理实验是按照一定的教学目的而设计的,有它自己的特点和规律,因此也是一门科学.要掌握好这门实验科学,做好每一个物理实验,要注意以下几点:

1. 在实验前,要充分预习实验指导书,明确实验的目的要求,弄懂实验原理,了解仪器性能和使用方法,搞清基本操作步骤.

2. 在实验中要遵守实验室规则,在教师的指导下按步骤认真操作,细致观察各种现象,正确记录实验数据,掌握从实验中找出规律的方法.

3. 实验后,及时对观察到的现象和记录的数据进行认真地分析、计算,得出合理的实验结论,写出实验报告.

4. 实验完毕要收拾整理好仪器,经教师许可后方可离开实验室.

二、有效数字和误差

在实验中,我们将要直接测量一些物理量,或者通过对某些量的测量再计算出另一些物理量,这就是间接测量.但是,测量是不可能绝对精确的,这就出现了如何记录这些测量值才算合理以及怎样确定它的精密度和准确度等问题.为此,我们要采用有效数字,并且要讨论其误差.

1. 有效数字及其表示

测量仪器的最小刻度(或分度),称为仪器的精密度.最小刻度越小,其精密度越高.如图 0－1 和图 0－2 所示,两只精密度不同的毫安表,前者精密度为 10 mA,后者精密度为 1 mA.图 0－1 所示测量值为 45 mA,其中十位数字“4”是由仪器的最小刻度直接读出的,是准确的、可靠的,叫做可靠数字;个位数字“5”是估计出来的,即把最小刻度的间距凭肉眼分成 2、5 或 10 等份,估计读数所占的份数,然后把这一位数读出.因为是估计的,所以是不可靠的,称为可疑数字.可疑数字在测量中也是有效的,不能因为它是可疑的,而把它去掉,变成 40 mA,这样误差更大.同一电流,用图 0－2 所示仪器测量,其测量值为 44.8 mA,其中“44”是可靠数字,“8”是估计出来

的,是可疑数字.

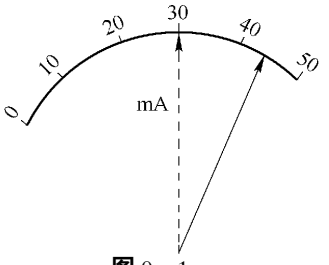


图 0－1

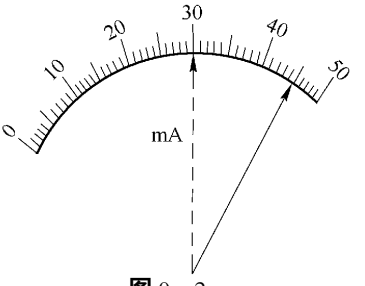


图 0－2

仪器上读出的可靠数字与可疑数字,在测量中都是有效的,称为有效数字.图 0－1 所示测量值为两位有效数字,图 0－2 所示测量值为三位有效数字.对同一个量进行测量,有效数字位数越多,测量结果越精确.

在测量中,如果指针正对某一刻度,如图 0－1、图 0－2 中虚线所示,则在读数时,前者应读作 30 mA,后者应读作 30.0 mA.

在单位换算时,必须注意使有效数字的位数不变.例如,测量某物体的质量为 10.0 g,这是三位有效数字.如果用千克作单位,就写为 0.010 0 kg,仍应是三位有效数字.可见在小数点后面,且在非零数字后的‘0’是有意义的,它是有效数字.相反,在非零数字前的‘0’不是有效数字,它只与单位的换算有关,不表示有效数字的位数.为了避免混淆,并使记录和计算方便,通常写成有一位整数的小数和 10 的乘方的积的形式.上例中质量可写成 1.00×10^{-2} kg,这就是说,在单位换算时,有效数字的位数要保持不变,从而使测量精密度不变.

在实验中,平均值、绝对误差、相对误差以及间接待测的量等等,都要对直接测得的量经过一定运算才能求得.由于直接测得的量是用有效数字表示的,所以在运算过程中,本应遵循有效数字的运算法则进行运算,签于有效数字的运算法则比较复杂,我们暂不要求大家按有效数字的运算法则进行运算.但在做实验时,应按照有效数字的要求,能够根据仪器的精密度正确地读数和记录,在一般的计算中,运算结果取两位或三位有效数字就行了.

2. 误差

(1) 什么是误差

被测的物理量总有一个客观的真实数值,这个数值叫该量的真值.但在实际测量中,由于仪器、测量方法、环境变化和观察者观察能力的差异等原因,往往使测量值与真值之间存在着差值,这个差值称为误差.

(2) 误差的产生和分类

系统误差:由于测量仪器本身不完善(如刻度不准、电表零点未调好、砝码未校正等)、环境的改变(如温度、压强的变化)、实验方法粗糙以及实验理论与方法本身的近似性等原因,所得测量值总是有规律地偏高或偏低于真值,这种误差称为系统误差.

系统误差是可以设法减小的,一般采用的方法有 选用精密度较高的仪器,提高操作技能,正确使用仪器,改进测量原理和方法等.

偶然误差 实验中即使排除了系统误差,仍存在一些偶然因素,如风、振动、电压的突然变化等因素对实验者、测量仪器、被测对象的影响,这样造成的误差称为偶然误差.偶然误差具有明显

的特点，即测量值有时偏大，有时偏小，对大量偶然误差的统计表明，偏大或偏小的机会是均等的. 所以，可采用多次测量取其平均值的方法来减少偶然误差.

系统误差和偶然误差只能减小，不能完全消除. 所以，它们对测量值的精确程度起决定作用.

在实验中由于测量者疏忽大意或违反操作规程等会引起疏失误差，例如读错数值、计算错误等，只要测量者谨慎、细心，认真对待实验，疏失误差是可以避免的.

(3) 误差的表示

绝对误差：测量值与真值间差值的绝对值称为绝对误差. 但是，真值是无法测得的，而被人们公认的精确测量值比较接近于真值，所以往往用公认值取代真值. 然而在一般的测量中，被测量可能连公认值也没有，在这种情况下，常取多次测量的平均值作为该量的公认值.

设对某量测量的总次数为 i，每次测量值记作 $x_1, x_2, \cdots, x_i$，则该量的平均值 $\bar{x}$ 为

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

每次测量值 x_i 与公认值(或平均值) $\bar{x}$ 差值的绝对值 $|x_i - \bar{x}|$ 称为该次测量的绝对误差. 各次测量的绝对误差的平均值称为平均绝对误差，用 Δx 表示，则

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

通常 Δx 只取 1 位非零数字，测量结果写成以下形式：

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

它表示被测量接近 $\bar{x}$ 值，在 $(\bar{x} - \Delta x) \sim (\bar{x} + \Delta x)$ 之间.

对同一个量进行测量，(平均)绝对误差越小的，测量的准确度越高.

例如，某同学用钢板尺测量一支铅笔的长度，前后测 4 次，分别为 $x_1 = 17.65$ cm，$x_2 = 17.71$ cm，$x_3 = 17.63$ cm，$x_4 = 17.69$ cm. 试算出这支铅笔的平均长度和平均绝对误差，并将测量结果表示成 $\bar{x} = x \pm \Delta x$ 的形式.

铅笔的平均长度

$$\begin{aligned}\bar{x} &= (x_1 + x_2 + x_3 + x_4)/4 \\ &= (17.65 + 17.71 + 17.63 + 17.69)\,\text{cm}/4 \\ &= 17.67\ \text{cm}\end{aligned}$$

平均绝对误差

$$\begin{aligned}\Delta x = &(|17.65 - 17.67| + |17.71 - 17.67| + \\ &|17.63 - 17.67| + |17.69 - 17.67|)\,\text{cm}/4 \\ = &0.03\ \text{cm}\end{aligned}$$

对铅笔测量的结果应表示为

$$x = (17.67 \pm 0.03)\,\text{cm}$$

相对误差：用绝对误差往往表达不了实验结果的优劣. 例如，用同样方法测得水的密度为 1.1×10^3 kg/m^3，水银的密度为 1.37×10^4 kg/m^3. 它们的公认值分别是 1.0×10^3 kg/m^3 和 1.36×10^4 kg/m^3，所以两次测量的绝对误差都是 0.1×10^3 kg/m^3，但水的绝对误差占公认值的 10 %，而水银的还不到 1 %，显然，后者要准确得多. 因此，我们就用(平均)绝对误差与公认值(平均值)的比 $\Delta x/\bar{x}$ 来表示实验的精确度，称为相对误差. 一般用百分比来表示，又叫百分误差. 在上例中，水密度测定值的相对误差是

$$\delta x_1=\frac{\Delta x_1}{\bar{x}_1}=\frac{|1.1-1.0|\times10^3\ \mathrm{kg/m^3}}{1.0\times10^3\ \mathrm{kg/m^3}}=0.1=10\ \%$$

水银密度测定值的相对误差是

$$\delta x_2=\frac{\Delta x_2}{\bar{x}_2}=\frac{|1.36-1.37|\times10^4\ \mathrm{kg/m^3}}{1.36\times10^4\ \mathrm{kg/m^3}}\approx0.007=0.7\ \%$$

3. 有效数字的运算规则

(1) 加减法运算

可靠数字与可疑数字相加减,所得结果就变成可疑的了.所以,诸数相加减,要把绝对误差最大的那个有效数字的末位作为加减结果的有效数字的末位,其余的尾数四舍五入,以下举例说明,为了清楚起见,我们在可疑数字上面加一横线:

$$135.\overline{1}+32.2\,\overline{3}+1.47\,\overline{7}=168.\overline{8}$$

$$\begin{array}{cccccccc}
1 & 3 & 5 & . & \overline{1} & & \\
 & 3 & 2 & . & 2 & \overline{3} & \\
+ & & 1 & . & 4 & 7 & \overline{7} \\
\hline
1 & 6 & 8 & . & \overline{8} & \overline{0} & \overline{7}
\end{array}$$

运算结果中 0.8 已经是可疑的了,以后的两位数更不可靠,按四舍五入法舍去,在计算结果中只保留一位可疑数字(但在运算过程中往往多保留一位可疑数字,最后在计算结果中再四舍五入).

(2) 乘除法运算

可靠数字与可疑数字相乘除,所得结果也是可疑数字.所以,诸数相乘除时,积或商的有效数字的位数应和各数中有效数字位数最少的相同,其余的尾数四舍五入,例如:

$$2.017\,\overline{5}\times2.\overline{1}=4.\overline{2}$$

$$\begin{array}{cccccc}
 & 2. & 0 & 1 & 7 & \overline{5} \\
\times & & & & 2. & \overline{1} \\
\hline
 & \overline{2} & \overline{0} & \overline{1} & \overline{7} & \overline{5} \\
4 & 0 & 3 & \overline{5} & \overline{0} & \\
\hline
4. & \overline{2} & \overline{3} & \overline{6} & \overline{7} & \overline{5}
\end{array}$$

在运算结果中,可疑数字仍只保留一位,所以上例中的结果应为 4.2.

为了简化运算,在运算前可以把位数较多的有效数字简化,按四舍五入法把不必要的位数去掉,使它的有效数字位数比最少位数多一位再进行计算.在上例中,2.017 5 可简化成 2.02,运算结果仍是 4.2.

(3) 乘方、开方运算

有效数字乘方时,幂底数有几位有效数字,计算结果中就可保留几位有效数字.

有效数字开方时,被开方数有几位有效数字,计算结果中就可保留几位有效数字.

应该注意的是，准确的整数（例如东西的个数、实验次数等）的有效位数任意多．另外，公式中的自然数，例如 $g=4\pi^2 L/T^2$ 中的“4”，切不可看作一位有效数字，它可以形成任意多的有效位数．其他常数 $\pi=3.141\ 592\ 6\cdots$，重力加速度 $g=9.806\ 65\ \mathrm{m/s^2}$ 等也做类似的处理，运算中取多少位，要看其他量的有效数字来定．

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第 1 部分　实　　验

§1.1　测定金属圆柱体的密度

一、实验目的

1. 学会使用物理天平和游标卡尺；
2. 巩因有效数字的运算；
3. 测定金属圆柱体的密度.

二、实验原理

物体的密度,是单位体积的质量,即

$$\rho = m/V$$

式中 ρ 为待测物体的密度；m 是金属圆柱体的质量,可用物理天平测出；V 是金属圆柱体的体积.用卡尺测出金属圆柱体的直径 D 和长度 l,依据公式,便可以算出 ρ：

$$\rho = m/V = 4m/(\pi D^2 l)$$

其中的 D 和 l,可在不同位置分别测量 5 次,取平均值.

三、实验仪器和器材

金属圆柱体,物理天平,游标卡尺.

四、思考题

1. 用物理天平称物体的质量时,为什么物体放在左盘,砝码放在右盘？
2. 怎样测定任意形状固体的密度？

实 验 报 告

实验名称：

实验目的：

实验原理：

实验仪器和器材：

实验数据记录：

表 1.1.1　测定金属圆柱体的密度

测量次数	圆柱体长度 l/mm	圆柱体直径 D/mm	圆柱体质量 m/kg	圆柱体密度 ρ/(kg·m^{-3})
1				
2				
3				
4				
5				
平均值				

报告人：_____，报告时间：_____

[仪器介绍]　　物 理 天 平

1. 构造：物理天平是测量物体质量的仪器. 它是根据等臂杠杆原理制成的. 它主要有三部分，分别是横梁、支柱和托盘. 横梁上有三个刀口，其中两侧刀口各悬挂一个秤盘，左面是物盘，右面是砝码盘. 横梁下面固定一根指针，当横梁摆动时，指针尖端就左右摆动. 横梁的升降由制动旋钮控制. 横梁两端的平衡螺母在调平衡时使用. 横梁上还有游码，用于 1 g 以下的秤衡.

2. 安装：将各部件擦净后，参照图 1.1.1 安装.

横梁、吊耳、吊环、托盘上均有‘1’或‘2’的数字标记，应按‘左 1 右 2’的顺序安装.

3. 调节

(1) 调节调平螺丝，当底座上气泡水准仪中的气泡位于正中央时，表示天平已调到水平位置.

(2) 用镊子把游码拨到左边零位，慢慢升起横梁，以刻度牌中央刻线为准，看指针向两边摆动幅度是否相等，如不相等，则应降下横梁调整相应的平衡砣，重复上述过程，直至平衡.

4. 称量：将被称物放入左盘，将砝码用镊子夹到右盘中. 升起横梁，看指针的偏转情况，再降下横梁，增减砝码. 如此反复，到最小砝码也不能使天平平衡时，落下横梁，拨动游码，再升起横梁观察. 当指针摆动幅度在刻度以内时即表示天平已经平衡.

5. 注意事项

(1) 天平使用时，要缓慢地转动手轮，切勿突然开启. 当天平摆动时，不要用手或镊子拨动砝码盘或加、减砝码，以免影响天平的灵敏度.

(2) 被称物体与砝码都要放在盘中间. 不要使天平超载称量.

(3) 使用完毕后必须旋回手轮使刀口和刀承分离，然后取下物体和砝码，砝码不得用手拿取，必须用镊子夹取.

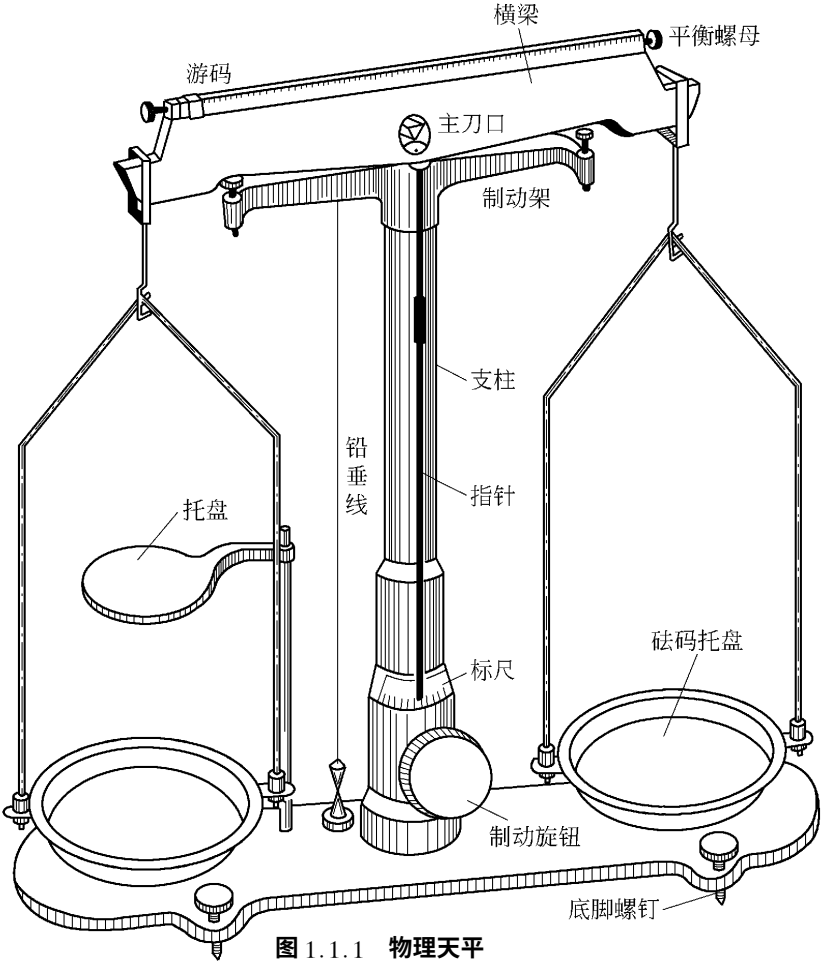


图 1.1.1　物理天平

(4) 各天平之间不得互换零件.

(5) 用后存放在干燥清洁的地方.

[仪器介绍]　　游 标 卡 尺

1. 结构及原理：游标卡尺是一种测量长度的较精密量具，它可以测量物体的内直径、外直径、宽度、厚度、深度等. 结构如图 1.1.2 所示，它由主尺和游标尺组成，游标尺可在主尺上滑动. 游标尺和主尺之间有一弹簧片，利用弹簧片的弹力使游标尺与主尺靠紧. 游标尺上有一个制紧螺丝，旋紧螺丝可将游标尺固定在主尺上的任意位置. 主尺和游标尺都附有卡脚. 图中 A′、B′是内卡脚，A、B 是外卡脚(有些游标卡尺在其主尺背面嵌有一根镶条 C，它和游标尺联在一起，随着游标尺从主尺中伸出、拉进，用来测量槽或孔的深度).

主尺和游标尺上都有刻度. 以游标卡尺精度为 0.02 mm 为例，主尺上的最小刻度是 mm. 游标尺的刻度是把主尺上的 9 mm 分成 10 格，每格长度是 0.9 mm. 卡尺的卡脚并拢时，主尺和游标尺零刻度对齐. 这时，游标尺第一格(长 0.9×1 mm $=0.9$ mm)与主尺 1 mm 刻度相差 0.1 mm；游标尺第二格(长 0.9×2 mm $=1.8$ mm)与主尺 2 mm 刻度差 0.2 mm；……以此类推，至游标尺第十格(长 0.9×10 mm $=9$ mm)与主尺 10 mm 刻度相差整 1 mm，因此与主尺 9 mm 刻度对齐. 如图 1.1.3 所示.

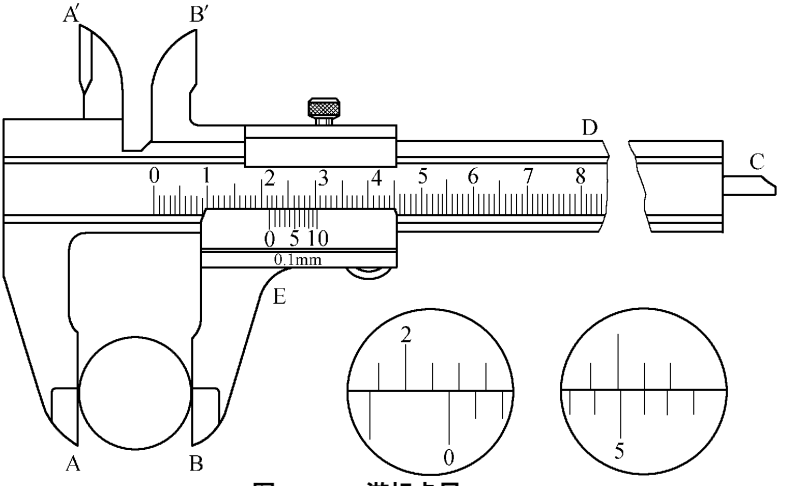


图 1.1.2　**游标卡尺**

A′,B′—**内卡脚**;A,B—**外卡脚**;C—**测深度镶条**

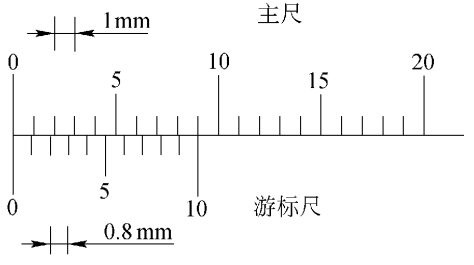


图 1.1.3

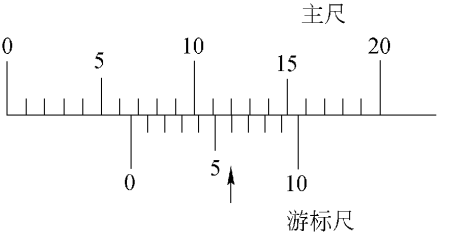


图 1.1.4

如果卡脚间所量为 0.1 mm**(即两卡脚开** 0.1 mm **的缝),游标尺相应移动** 0.1 mm**,其零刻度会离开主尺零刻度位置,而第一格正好与主尺** 1 mm **刻度对齐;若所量物为** 0.2 mm**,游标尺上第二格与主尺** 2 mm **刻度对齐;……以此类推**.

我们把游标尺上的刻度第一格标为“ 0.1 mm **”,第二格标为“** 0.2 mm **”等,就可以直接读数.这样利用主尺与游标尺的公差,能够把测量精确度提高到** 0.1 mm**,而不必再刻眼睛难以分辨的** 0.1 mm **长的刻度**.

2. **用法:把卡脚擦干净,使卡脚并拢.查看游标尺与主尺零度是否对齐,检查无误后,即可进行测量.按如下步骤读数:**

(1) **以游标尺上零刻度为准,在主尺上读取** mm **整数.如图** 1.1.4 **中,游标尺“** 0 **”在主尺** 6～7 mm **之间,整数取“** 6 mm **”,余数在游标尺上读取**.

(2) **在游标尺上读取小数.游标尺“** 0.6 mm **”刻度与主尺刻度对齐,小数为“** 0.6 mm **”**.

(3) **总读数为** 6 mm + 0.6 mm = 6.6 mm.

3. **注意事项:勿用卡尺量粗糙物,如毛坯等,以免磨损卡脚**.

§1.2 测定匀加速直线运动的瞬时速度和加速度

1.2.1 用气垫导轨测定匀加速直线运动的瞬时速度和加速度

一、实验目的

1. 学习在气垫导轨上测量运动物体的瞬时速度和加速度；

2. 巩固瞬时速度和加速度的概念；

3. 学会使用气垫导轨和计时计数测速仪.

二、实验原理

1. 运动物体在某一时刻(或经某一位置)的速度,称为该时刻(或该位置)的瞬时速度,简称速度.本实验用比值$\frac{\Delta x}{\Delta t}$代替瞬时速度,式中 Δx 是滑块上挡光片的挡光宽度,Δt 是挡光片通过光电门所经过的时间.

2. 将气垫导轨的左端垫高,这时滑块将向右做匀加速直线运动,测出滑块通过第 1、第 2 光电门的瞬时速度 v_1、v_2 及滑块由光电门 1 运动到光电门 2 的加速度.

三、实验仪器和器材

气垫导轨,气源,计时计数测速仪.

四、实验步骤

1. 根据计时计数测速仪的使用方法,将两光电门线分别插入 P_1、P_2 插口(注意一定要接驳可靠).两光电门应相距 60～70 cm,检查无误后,打开电源开关,显示窗应显示“0:00”.

2. 先给气垫导轨送气,然后把滑块放在气垫导轨上,旋动支承螺钉,将气垫导轨调至水平.

3. 如图 1.2.1 所示,将气垫导轨左端垫高,这时滑块在气垫导轨左端向右做匀加速直线运动.

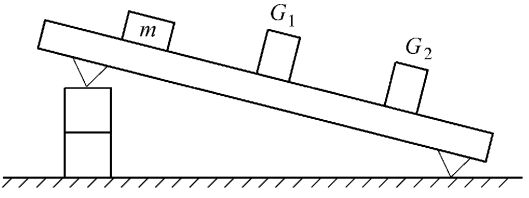


图 1.2.1 匀加速直线运动

4. 将计时计数测速仪上的功能选择键,设定在加速度功能.这时显示窗显示“1”后出现的数据是滑块通过第一光电门的速度值.显示窗显示“2”后出现的数据是滑块通过第二光电门的速度值.显示窗显示“1—2”后出现的数据是加速度值.

5. 重复测量三次,把数字填入表 1.2.1 中.

五、注意事项

1. 实验过程中要避免震动.实验台要稳固.

2. 向气垫气轨内加充的气体要尽可能干净,否则气孔周围和滑块内表面会很快积聚一层尘垢,小型气源不要放在地面上.

3. 为保持气垫导轨表面的良好平直度,使用过程中不得重压、碰撞轨面.

4. 不得在气垫导轨不通气的情况下使滑块来回滑动,以免机械摩擦损伤气垫导轨表面.

六、思考题

若滑块从任意位置向下做匀加速直线运动,这时测出的加速度与固定位置比较,是否相同？

为什么？

实 验 报 告

实验名称：

实验目的：

实验原理：

主要实验仪器和器材：

实验数据记录：

表 1.2.1　匀加速直线运动的瞬时速度和加速度

挡光片的宽度 $\Delta x =$ cm

次数	v_1/(cm·s^{-1})	v_2/(cm·s^{-1})	a/(cm·s^{-2})
1			
2			
3			

报告人：_____,**报告时间：**_____

[仪器介绍]　　**气 垫 导 轨**

气垫导轨(简称气轨)是近年来出现在物理实验室的一种比较精密的力学实验仪器,如图 1.2.2 所示.由于该仪器使运动物体与支承面间形成一层气垫,因此极大地减少了力学实验中难于克服的摩擦力的影响,从而使实验效果得到明显地提高.

1. 构造原理

气垫导轨主要由导轨、滑块、光电门等组成.

(1) 导轨:导轨大多用平直且中空的成型铝合金制成.轨长一般为 1.2～2.0 m.两相邻轨面互相垂直,并且

需要全本请访问 www.ertongbook.com