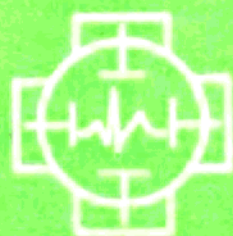


张汉谋
主编 杨春霞
吴树人



供 医 药 学 各 专 业 使 用

医用物理学实验

12-55

青 岛 出 版 社

医用物理学实验

Yiyong Wulixue Shiyan

主编 张汉谋 杨春霞 吴树人

编者 张汉谋 杨春霞 吴树人
盛文美 邱秀光 魏志经
周述志 朱翠玲 朱平福
李福文 何方鲁 陈百万
张菊英 王晓聆 童家明
周恭勤 武 宏 吴明海
孙国文 赵合运 王云创
李光仲

B1102/06

青 岛 出 版 社



B 609991

内 容 提 要

本书编选了28个实验题目,是医学院校的医疗、药学、儿科、口腔、卫生、营养、检验、影像和中医各专业的教材,也可供其他医学工作者参考。

医用物理学实验

主编 张汉谋 杨春霞 吴树人

•
青岛出版社出版发行

(青岛市徐州路77号)

青岛崂山安乐印刷厂印刷

•
1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷

16开(787×1092毫米) 7印张 150千字

印数1—10,400册

ISBN 7-5436-0302-6/O·3

定价: 2.70元

前 言

本书主要根据卫生部1982年颁发的高等医学院校《医用物理学教学大纲》，结合各院校教学的实际情况编写而成的。

全书共选编了28个实验题目，可作为医学院校的医疗、药学、儿科、口腔、卫生、营养、检验、影像和中医各专业的实验教材。也可供教师参考之用。

本书的主编是青岛医学院张汉谋副教授、山东医科大学杨春霞副教授和潍坊医学院吴树人副教授。参加编写的还有盛文美、邱秀光、魏志经、周述志、朱翠玲、朱平福、李福文、何方鲁、陈百万、张菊英、王晓聆、童家明、周恭勤、武宏、吴明海、孙国文、赵合运、王云创、李光仲等同志。滨州医学院周述志副教授、山东中医学院朱翠玲副教授、潍坊医学院魏志经高级实验师和青岛医学院盛文美副教授参加了审稿工作。青岛医学院童家明同志完成了书稿的誊写和校对工作。青岛医学院武淑芳同志绘制了大部分插图。

由于编者水平所限，加之时间仓促，缺点和错误在所难免，诚恳希望读者提出改进意见。

编者

1989年1月

目 录

绪论	1
实验一 长度测量	7
实验二 用气垫导轨验证力学定律	12
实验三 液体粘滞系数的测定	17
实验四 液体表面张力系数的测定	22
实验五 万用电表的使用	27
实验六 照明电路的安装	31
实验七 电子示波器的原理与使用	34
实验八 电场的研究与心电的模拟	38
实验九 模拟直流电离子透入疗法	42
实验十 用惠斯登电桥测电阻	44
实验十一 用补偿法测电动势	48
实验十二 交流电路	50
实验十三 半导体二极管整流	53
实验十四 晶体三极管特性曲线测绘	56
实验十五 低频放大器参数测量	58
实验十六 简易助听器	61
实验十七 热敏电阻的特性及其测温应用	63
实验十八 心电图机的使用	65
实验十九 医用换能器的研究和使用	70
实验二十 非正常眼的模拟与纠正	73
实验二十一 显微镜放大率的测量	77
实验二十二 照相技术初步	80
实验二十三 显微摄影	83
实验二十四 用光栅测定光波波长	85
实验二十五 用旋光仪测定糖溶液的浓度	88
实验二十六 用分光仪观测光谱	92
实验二十七 A 型超声诊断仪的使用	94
实验二十八 放射性测量	99

绪 论

一、物理实验的意义和目的要求

1. 物理实验的意义 物理学是以实验为基础的科学。物理学的理论和定律都是以实验为依据确立、完善和发展起来的。物理学是一门定量科学。在整个物理学发展史中,实验有着特别重要的地位。

在现代医、药科学发展中,物理学的理论、实验方法、仪器和测量技术都得到了广泛地运用。在诊断、治疗、卫生、保健、药物分析鉴定以及生命活动机制的研究等领域,都越来越离不开先进的理论和实验手段。因此,要掌握现代的医药学知识和技术,就必须具备一定的医用物理实验理论、方法和技能。

2. 物理实验的目的 根据卫生部1982年制定的医用物理学教学大纲的要求,医用物理实验的目的可归结为三点:通过实际操作,掌握物理实验的基本知识、基本方法和基本技能;巩固和加强对物理现象和规律的认识;培养严肃认真、实事求是的作风和独立思考、独立工作的能力。

3. 物理实验的具体要求 在教学大纲中规定的具体要求是:

(1) 熟悉游标尺、螺旋测微计、物理天平、停表、温度计、安培计、伏特计、万用电表、示波器、常用电源等仪器的原理和使用方法。

(2) 能按简单的线路图正确连接电路。

(3) 了解实验误差的基本概念和发生误差的原因。能正确按照有效数字的规定进行数据记录和运算。

(4) 能正确按照数据画出曲线,并能利用曲线分析实验结果。

(5) 能写出正确的实验报告。

(6) 培养科学的工作作风。要求做到:

① 实验必须在理论指导下有目的地进行。实验前要预习,不能在没有任何准备的情况下盲目操作。

② 一切操作必须按正规方法进行,对实验数据要严肃认真,原始记录清楚真实。

③ 实验过程中要有条理。并注意爱护仪器公物、节约水电、保持整洁。

④ 未完成实验操作或未达到基本要求者,必须重做或补做。

二、误差概念和运算

1. 测量误差 物理实验离不开测量。测量是将被测的量与同类标准量相比较,再加上单位,即为测量的结果。测量有直接测量和间接测量两种。直接测量如用米尺量长度,安培计量电流强度等。间接测量就是通过基本测量得出的数据,再经过计算求出所需的物理量。例如测量长方体的体积要先测出长方体的长、宽、高,然后再经过计算来求得其体

积。也就是说，间接测量是指利用待测量与一些能直接测量的量之间的函数关系来计算出待测量。

由于测量方法、仪器的精度、环境的变化和感官等限制，实际上不可能测量到一个物理量的绝对准确的数值。因而测量值与真值之间必然存在一个差值，即测量误差。按照误差产生的原因不同，可分为系统误差和随机误差两种。

系统误差是因仪器本身的缺陷、测量方法的不严密或实验理论不完善等所造成的。这种误差的特点是测量值总是偏大或总是偏小。例如由于温度升高而变长的米尺，测量的长度值总是较真实值偏小。重复测量不能使系统误差减小，只能通过改进实验设计，校正产生误差的原因等措施来降低系统误差。

随机误差又叫几率误差，每次测量的数据可能比真值大也可能比真值小。它是受仪器的精度、测量者感官的限制和许多无法控制的随机因素所引起的。随机误差服从统计规律，测量值比真值偏大或偏小的几率是均等的，所以采取多次测量取它们的平均值就可减小随机误差。

由于实验者使用仪器的方法不正确、粗心大意、记错数据等过失造成的误差叫过失误差，这是应该防止的。

2. 直接测量误差的表示方法和计算

(1) 绝对误差：设 $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ 是对同一物理量进行 n 次测量的值，每次测量值与真值之差叫做各次测量值的绝对误差。真值实际上是不能测得的，常用 n 次测量的算术平均值 $\bar{N}$ 来代替真值，称之为近真值，即：

$$\bar{N} = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n}$$

以 $|N_i - \bar{N}| = \Delta N_i$ 表示各次测量的绝对误差， n 次测量的平均绝对误差是：

$$\overline{\Delta N} = \frac{\Delta N_1 + \Delta N_2 + \Delta N_3 + \dots + \Delta N_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta N_i}{n}$$

平均绝对误差的大小可以用来估计测量误差的范围。测量结果的标准表达式为：

$$N = \bar{N} \pm \overline{\Delta N}$$

表明该物理量的近真值 $\bar{N}$ 在 $\overline{\Delta N}$ 范围内涨落，真值在 $\bar{N} - \overline{\Delta N}$ 与 $\bar{N} + \overline{\Delta N}$ 之间可能性很大。

绝对误差是有单位的量。一般 $\overline{\Delta N}$ 只取一位有效数字。

(2) 相对误差：平均绝对误差与算术平均值之比，称为相对误差，因常以百分数表示，又称百分误差。即：

$$E = \frac{\overline{\Delta N}}{\bar{N}} \times 100\%$$

例如：用刻有毫米的米尺测量某一骨骼的长度，测量五次，其各次的测量值、绝对误差和相对误差如下表所列。

测量次序	测量值 (cm)	绝对误差 (cm)	相对误差
1	8.13	0.02	$E = \frac{0.02}{8.15} \times 100\%$ $= 0.2\%$
2	8.18	0.03	
3	8.12	0.03	
4	8.16	0.01	
5	8.17	0.02	
平均	8.15	0.02	

相对误差比绝对误差更能反映出测量结果的准确程度。例如声速在 0°C 的公认值为 331.2m/s ，若实验结果为 330.2m/s ，绝对误差为 1.0m/s ，而相对误差

$$E = \frac{331.2 - 330.2}{331.2} \times 100\% = 0.30\%$$

这里绝对误差 1.0m/s 似乎很大，但相对误差 0.30% 就不能算大。所以相对误差才能更好地体现实验结果的准确性。

3. 间接测量误差的计算 在实际测量中，绝大多数是以直接测量的数据来计算间接的结果。直接测量的误差必然传播到间接测量中去。考虑到最不利的情况，可以推导出各种运算的误差的传播规律。

例如两个测量值的相加或相减，即 $N = A \pm B$ 。量 A 和量 B 都是平均值，则 N 是平均值 A 和 B 的运算结果。设 A 与 B 的平均绝对误差分别为 ΔA 和 ΔB ，显而易见

$$N \pm \Delta N = (A \pm \Delta A) \pm (B \pm \Delta B)$$

在该式中平均绝对误差 ΔA 和 ΔB 前可取正号，也可取负号，但考虑到最大不利的情况，应该是 $\Delta N = \Delta A + \Delta B$ ，于是

$$N \pm \Delta N = (A \pm B) \pm (\Delta A + \Delta B)$$

因此在两个量相加或相减的运算中，绝对误差等于两量的平均绝对误差之和。

相对误差为：

$$E = \frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta A + \Delta B}{A \pm B}$$

上述结论也适用于三个或三个以上的物理量相加或相减的情况。

对于两个量相乘或相除以及其它运算关系的规律不作一一推导，只把它们的结果列在下表中，以供参考。

运 算 关 系	绝 对 误 差 ΔN	相 对 误 差 $E = \frac{\Delta N}{N}$
$N = A + B + C + \dots$	$\Delta A + \Delta B + \Delta C + \dots$	$\frac{\Delta A + \Delta B + \Delta C + \dots}{A + B + C + \dots}$
$N = A - B$	$\Delta A + \Delta B$	$\frac{\Delta A + \Delta B}{A - B}$
$N = A \cdot B$	$A \cdot \Delta B + B \cdot \Delta A$	$\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$
$N = \frac{A}{B}$	$\frac{A \cdot \Delta B + B \cdot \Delta A}{B^2}$	$\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$
$N = A^n$	$n A^{n-1} \cdot \Delta A$	$n \frac{\Delta A}{A}$
$N = \sin A$	$\cos A \cdot \Delta A$	$\operatorname{ctg} A \cdot \Delta A$
$N = \cos A$	$\sin A \cdot \Delta A$	$\operatorname{tg} A \cdot \Delta A$

三、有效数字

1. 有效数字的概念 任何测量只能得到近似值。在测量所得的数据中，凡有意义的数字叫做有效数字。具体地说，在测量中得到的各位可靠数字和含有误差的最后一位可疑数字都是有效数字。例如，用米尺量一骨骼的长度是8.15cm，读数时估计到十分之几毫米这一位，这一读数的前两位是可靠数字，最后一位是可疑数字，它的有效数字是3位。

有效数字在处理实验数据中是很重要的。有效数字位数决定于被测之量的大小和仪器的精确程度。在记录数据时一定要把可靠的和可疑的数字同时读出来，不要多记或少记位数。多了或少了都不能正确反映准确程度。在读数、记录和单位换算时应注意以下几点：

(1) 正确表达数据时，在数字中间或后面的“0”是有效数字。如长度8.10cm末位“0”是有效数字。这与数学中表示数的概念有所不同，在数学中数字后面的“0”是可以不要的。

(2) 表示小数点位置的“0”不是有效数字，如0.0810m中前面两个“0”只是表示小数点的位置和单位的大小，有效数字仍为3位而不是5位。很大或很小的数，通常用科学记数法来书写，如光速（真空中） $C = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，电子电量 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ （库仑）。在变换单位改变小数点的位置时，有效数字位数不变。

应该说明，有效数字概念只适用于实验数据和一些常数的近似值（例如 $\pi = 3.14$ 是3位有效数字，而 $\pi = 3.1416$ 是5位有效数字），但不适用于准确值，如球形体积

$V = \frac{4}{3} \pi r^3$ 公式中分母、分子和指数，不能认为是1位有效数字，它们都是准确数，

参与运算不影响有效数字的位数。

使用有效数字，可以避免不必要的繁琐运算，并能使实验结果反映测量仪器的精度。

2. 有效数字的运算 在进行运算时，任一可疑数字与其它数字进行四则运算之结果也是可疑数字。

(1) 加减法。加法或减法所得结果的有效数字，应该保留到最高可疑数字为准，其后面的可疑数字按四舍五入法处理。为醒目起见，在可疑数字下面加上“—”。例如：

$$15.\underline{3} + 2.584 = 17.\underline{9} \quad ; \quad 12.\underline{1} - 7.693 = 4.\underline{4}$$

(2) 乘法。诸数相乘或相除时，所得结果的有效数字一般以诸数中有效数字最少位数为准。例如：

$$10.\underline{3} \times 6.286 = 64.\underline{9} \quad ; \quad 10.\underline{1} \div 4.178 = 2.\underline{42}$$

(3) 乘方、开方、三角函数……等运算结果的有效数字的位数，均与测量值的有效数字位数相同。例如：

$$(47.\underline{3})^2 = 22.\underline{4} \quad ; \quad (79.\underline{4})^{\frac{1}{2}} = 8.\underline{91} \quad , \quad \sin 35^\circ = 0.\underline{57}$$

(4) 参与运算的常数 π 、 e 等有效数字位数，通常采取与运算的诸量中有效数字位数最少的一致。指定数(如测量长度5次，计算平均值时“5”就是指定数)的位数不论怎样取法，都不影响结果的有效数字位数。

四、实验数据处理

物理学的定律大部份是物理量之间的定量关系。如弹簧的弹性力与伸长量成正比，电阻上的电压与电流强度成正比等等。在实验中，为了直观地表达出物理量之间的关系，往往利用列表法和图示法来处理。

1. 列表法 一般说，表格设计的原则是：同种类的数据应列在同一行或同一列中，在行或列之首应注明物理量的名称和单位，若某行或某列的数据系由其它量计算而得，还应注明其运算公式。有时在表首还应记下实验时间、实验人和环境条件等，以便查照。

2. 图示法 将测量的数据在坐标纸上标记出来，形成一系列的点，把这些点连成曲线，这种以几何图形表示实验数据的方法，就是图示法。它能一目了然地显示出相关物理量之间的变化规律。图示法在医学研究中被广泛运用，同学们应逐步熟练掌握。作实验曲线时应注意以下几点：

(1) 选用坐标纸(直角坐标或半对数坐标等)。坐标纸大小应根据实验情况而定，应尽可能使实验数据中有效数字位数都能标出。

(2) 确定坐标轴。以横轴代表自变量，纵轴代表因变量。如气体体积一定时，压强 P 随温度 T 升高而增加， T 可作自变量， P 即为因变量。坐标轴上要标明物理量的单位。

(3) 起点(原点)和标度要适当。起点不一定取为零，可根据实际情况而定。每一小格要能与实验值的有效数字相对应，并要以不用计算能直接读出曲线上每一点的坐标为宜。横轴和纵轴的分度值不一定相同，但应包含所有的实验数据。这样就能使曲线适中，不致偏于一方或一角。

(4) 每个实验数据都要用符号在坐标纸上准确地表示出来。常用的符号有 $\times$ 、 $+$ 、 $\odot$ 等。符号中心应与实验数据吻合。

(5) 用曲线板(或直尺)画出光滑曲线,曲线不一定通过所有的点,只要使实验点均匀分布于曲线两侧的近旁。同一坐标纸上可以作若干曲线,但不同曲线上的相应的实验点应以不同的符号表示。曲线作好后,符号仍应保留,以便复核数据,如图0—1所示。

(6) 在图的下方应注明曲线的名称。

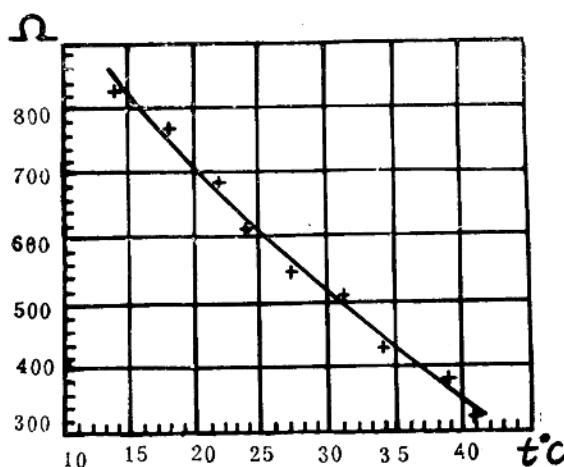


图0—1 半导体的电阻—温度曲线

实验一 长度测量

【目的】 了解游标卡尺、螺旋测微计的结构原理，掌握它们的使用方法；进一步熟悉和巩固误差和有效数字的概念。

【器材】 游标卡尺，螺旋测微计，金属圆柱，小钢球，薄板，金属丝等。

【原理与说明】 长度测量是最基本的物理测量。长度的测量方法和工具按测量范围和精度要求的不同而不同。在实验室中常用的测量长度的量具有米尺、游标卡尺和螺旋测微计等。

一、游标卡尺

游标卡尺的外形如图 1—1 所示。它是由主尺D和副尺即游标E组成的。量爪（亦称

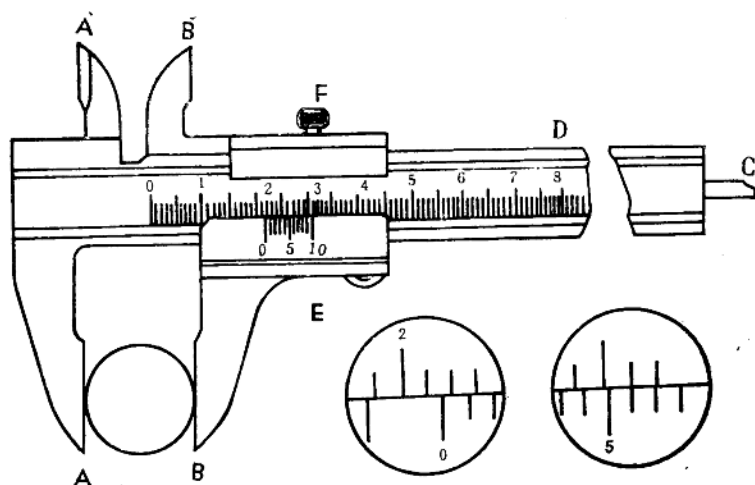


图 1—1 游标卡尺

测脚) A、A' 固定在主尺上，B、B' 与游标连在一起。尾尺（深度尺）C 也与游标连在一起，游标可沿主尺滑动。螺丝F用来固定游标，便于读数。量爪A、B（称外量爪、外卡或钳口）用来测量物体的外部尺寸；量爪A'、B'（称内量爪、内卡或刀口）用来测量物体内部长度；尾尺用来测量深度。

根据游标分度数的不同，常用的游标卡尺有10分度、20分度和50分度等规格。现说明其读数原理：

1. 10分度游标卡尺 10分度游标卡尺是游标对应主尺上的9格（9mm），在游标上被分为10等分，如图1—2所示。如果主尺每分度值为1mm，显然游标上每分度值为0.9mm，即游标上每小格与主尺上每小格相差0.1mm。主尺的分度值除以游标上的分

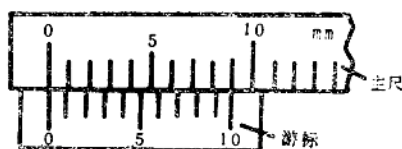


图 1-2 十分度游标卡尺

度数目称为精密度。10分度游标尺的精密为 $\frac{1}{10} = 0.1\text{mm}$ 。

当卡尺的量爪合拢时，游标上的“0”线与主尺上的“0”线相对齐，游标上的第10条线与主尺的第9条线对齐，游标上其它各线与主尺上任一条线均不对齐。游标上第1条线在主尺第1条线左边0.1mm处，游标上第2条线在主尺第2条线左边0.2mm处，……游标上第9条线在主尺第9条线左边0.9mm处。

如果在外量爪A、B间放一张0.3mm厚的纸片，则游标就要向右移动0.3mm，使得游标上第3条线与主尺第3条线对齐，其它各线均不对齐，如图1-3(a)所示。这时游标

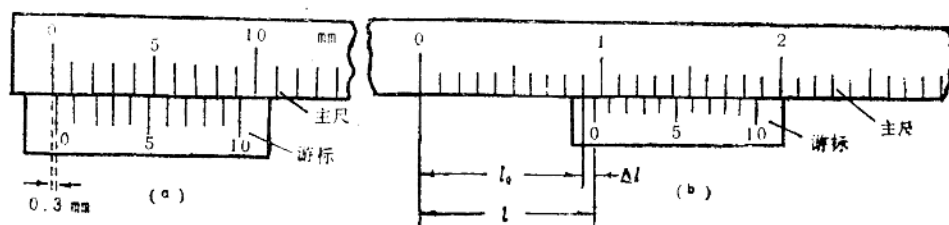


图 1-3 游标卡尺读数举例

卡尺的读数就是“0.3mm”。因此，当所测长度小于1mm时，游标上第几条线与主尺上某线对齐，所测长度就是零点几毫米。

如果所测长度 l 超过1mm，如图1-3(b)所示，毫米以上的整数部分 l_0 应根据游标“0”线对应于主尺上的位置直接从主尺上读出（图中所示 $l_0 = 9\text{mm}$ ）；毫米以下的部分 Δl 由游标读出，游标上第几条线与主尺上某一条线对齐， Δl 就是零点几毫米（图中所示， $\Delta l = 0.8\text{mm}$ ）。因此，

$$l = l_0 + \Delta l = 9\text{mm} + 0.8\text{mm} = 9.8\text{mm}。$$

这里需要说明的是，用游标读数时，仔细看来，在一般情况下很可能游标上的任一条线都不与主尺上的某一条线完全对齐。通常就认为一对最相近的线是对齐的。这样就可能最多有半个分度值（对于10分度游标卡尺是0.05mm）的估读误差。根据仪器读数的有效数字的规定，读数的最后一位应是可疑数字。因此上述两例的读数应分别写为0.30mm和

9.80mm。

2. 20分度游标卡尺 常见的20分度游标卡尺有两种：一种是主尺上的19格(19mm)与游标上的20等分格相重合；另一种是主尺上的39格(39mm)与游标上的20等分格相重合(这种游标称为扩展游标)。图1—4所示的就是两种20分度游标卡尺。这两种游标卡尺

的精密度都是 $\frac{1}{20} = 0.05\text{mm}$ 。

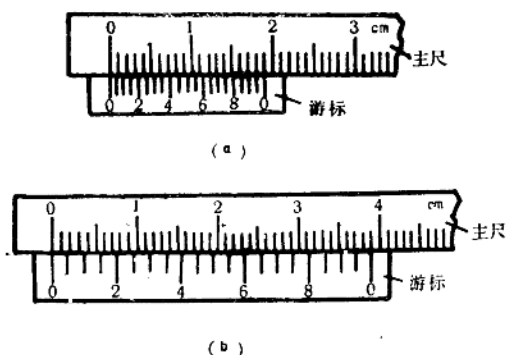


图 1—4 二十分度游标卡尺

这两种游标尺读数方法与前面讲过的10分度的完全一样，估读误差为 $1/2 \times 0.05\text{mm} \approx 0.02 \sim 0.03\text{mm}$ ，也在毫米的百分位上，因此读数也应读到毫米的百分位，如0.20mm，0.25mm，3.40mm，8.65mm等。

3. 50分度游标卡尺 50分度游标卡尺通常是游标对应主尺上的49格(49mm)在游标上分为50等分。其精密度为 $\frac{1}{50} = 0.02\text{mm}$ 。估读误差最大为0.01mm，因此50分度游标卡尺的读数也应读到毫米的百分位上，例如0.28mm，0.30mm，4.42mm，5.66mm等。

二、螺旋测微计

螺旋测微计又叫螺旋测径器。它是比游标卡尺更精密的测长仪器，常用来测量薄板的厚度、金属丝及小球的直径等。

常用螺旋测微计的结构外形如图1—5所示。它是由U形尺架、固定测砧、微动螺杆、固定套筒、微分筒和棘轮旋柄等构成。固定套筒上刻有毫米及半毫米的刻度。螺杆与固定套筒间有精细螺纹，其螺距为0.5mm。螺杆、微分筒与棘轮旋柄相连，微分筒的周界上刻有50格的等分刻度，当螺杆旋进1圈时，它沿轴线方向前进1个螺距，即0.5mm。因此，当微分筒转过1分格时，螺杆沿轴线方向移动千分之一厘米，即

$\frac{1}{50} \times 0.5\text{mm} = 0.01\text{mm} = 0.001\text{cm}$ ，就是说螺旋测微计的最小分度值为0.01mm即千分之一厘米。另外，从微分筒的最小刻度还可以估计1位。所以螺旋测微

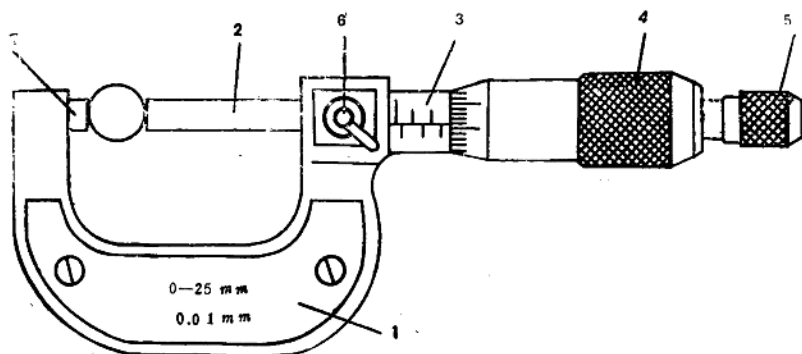


图 1-5 螺旋测微计 1. 尺架; 2. 微动螺杆; 3. 固定套筒;
4. 微分筒; 5. 棘轮旋柄; 6. 锁紧装置; 7. 测砧

计可读到 0.001 mm 。例如图 1-6 (a) 的读数为 4.323 mm , (b) 的读数为 5.993 mm 。

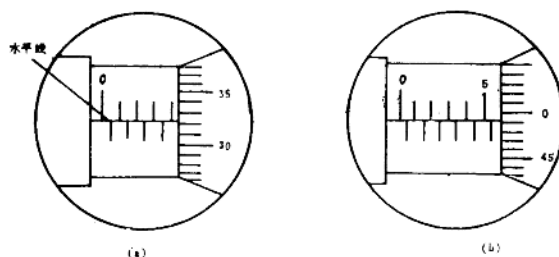


图 1-6 螺旋测微计读数举例

使用游标卡尺和螺旋测微计应注意如下事项:

1. 测量前必须调正零点; 若零点不准, 在读数时应加以增减。
2. 测量时待测物体不能夹得太紧, 以免损坏仪器和影响测量准确度。当用螺旋测微计测量时, 夹持物体的松紧以转动棘轮旋柄听到“咯”、“咯”两声为宜。
3. 螺旋测微计使用完毕, 应使螺杆和测砧面之间留一个空隙, 以免因热膨胀而损坏螺纹。

【步骤】

一、测定金属圆柱的体积

1. 用游标卡尺测量圆柱的高度 H 和外径 D 。每个量在不同部位各测量 5 次, 取平均值。
2. 计算出圆柱的体积。

二、测定小钢球的体积

1. 用螺旋测微计测量小钢球的直径。在不同部位测 5 次，取平均值。

2. 计算出小钢球的体积。

三、测定薄板的厚度和金属丝的直径

用螺旋测微计分别对薄板和金属丝的不同部位各测量 5 次，取平均值。

【数据记录与处理】

表 1—1 金属圆柱的体积测量

单位：厘米

次数	高度 H	外径 D	绝对误差 ΔH	绝对误差 ΔD
1				
2				
3				
4				
5				
平均				

圆柱的体积 $V \pm \Delta V =$

表 1—2 金属小钢球的体积测定

单位：毫米

次数	直径 d	绝对误差 Δd
1		
2		
3		
4		
5		
平均		

表 1—3 薄板厚度和金属丝直径

单位：毫米

次数	薄板厚度	金属丝直径
1		
2		
3		
4		
5		
平均		

小球的体积 $V \pm \Delta V =$

实验二 用气垫导轨验证力学定律

【目的】 了解气垫导轨和数字毫秒计的使用方法，验证牛顿第二定律和动量守恒定律。

【器材】 气垫导轨及附件，数字毫秒计，物理天平，砝码和游标卡尺。

【原理与说明】

一、气垫导轨

气垫导轨是一种阻力极小的力学实验装置，利用气源的压缩空气打入导轨空腔，然后由导轨表面上规则分布的若干小孔喷出，在导轨表面和滑行器之间形成很薄的气膜，使浮起的滑行器能在导轨上作近似无摩擦的直线运动，力学实验结果接近理论值。

利用气垫导轨，配以数字毫秒计可对多种力学量进行定量测定，如平均速度、瞬时速度、加速度、重力势能和平动能；还能验证各种力学规律，如牛顿第二定律、弹性碰撞和完全非弹性碰撞及简谐振动等。

1. 气垫导轨的结构如图2—1。

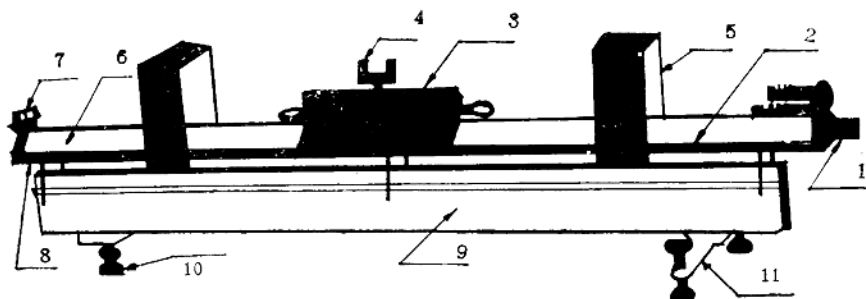


图2—1 气垫导轨结构图 1. 进气口；2. 标尺；3. 滑行器；4. 挡光片；5. 光电门
6. 导轨；7. 滑轮；8. 测压口；9. 底座；10. 垫脚；11. 支脚

2. 气垫导轨的调节

(1) 气压调节：调节气源压力使气垫厚度为 $0.2\sim 0.3\text{mm}$ 。

(2) 导轨调平：实验前一般都已调整好，使导轨面处于水平状态。

特别应该注意保护导轨表面和滑行器表面的光洁度，切忌用手抚摸和碰撞。使用导轨时，先通气，后放置滑行器；使用完毕后，先取下滑行器，后关气源。

二、数字毫秒计

数字毫秒计是测量短时间的数字式测时仪表，测量的最短时间是 0.1 毫秒。该仪器还能测频率、周期、脉冲宽度等。数字毫秒计利用石英晶体振荡分频作时基脉冲，推动计数器计数。每个脉冲记1个数，2个相邻脉冲的周期即为毫秒计所测的时间间隔，由数码管显示屏以数字显示出来。计时信号输入分光电信号控制计时和机械触点控制计时2种。整