

本书经江西省中小学教材审定委员会审定通过 **配人教版**

高一

物理

实验教程

wulishiyanjiaocheng

江西科学技术出版社

演示实验

学生实验

探究实验

SHIYANJIAOCHE

形成科学概念 巩固科学知识 获得实验技能

前 言

实验是人类认识世界的一种重要活动,是进行科学研究的基础。实验是物理、化学、生物科学的基础,也是这些学科教学的基础。实验教学对于激发学生学习科学的兴趣,帮助他们形成科学概念,巩固科学知识,获得实验技能,培育实事求是、严肃认真的科学态度和训练科学方法有着重要的意义。因此,加强实验教学是提高这些学科教学质量的重要一环。

为了培养学生具有现代社会需要的普通文化科学基础知识和基本技能,具有基本的学习方法、学习态度和自学的能力,具有创新的精神和分析问题、解决问题的能力,我们组织部分优秀教师编写了这套《实验教程》。《实验教程》按“知识与技能、过程与方法、情感态度和价值观”三维目标的要求,分“演示实验”、“分组实验”、“探究实验”等几部分内容进行编写。

《实验教程》强调学生亲自动手做实验,使学生对科学事实获得具体的、明确的认识;《实验教程》重视培养学生的观察和实验能力,希望学生通过本书的使用逐步具备:规范的实验操作、良好的实验习惯、科学的方法和科学的态度。

因编写时间有限,本书不周之处,敬请指正,以便修订完善。

江西省教育厅教学教材研究室

二〇〇六年七月

C CONTENTS

目录

第一篇 实验理论

第一章	实验学习方法和实验室介绍	1
第二章	有效数字	5
第三章	误差	7
第四章	常用仪器	10

第二篇 演示实验

第一章	力	32
第二章	直线运动	40
第三章	牛顿运动定律	44
第四章	物体的平衡	47
第五章	曲线运动	51
第六章	万有引力定律	56
第七章	机械能	56

第三篇 分组实验

实验一	长度的测量	60
实验二	验证力的平行四边形定则	65
实验三	练习使用打点计时器	69
实验四	研究匀变速直线运动	74
实验五	研究平抛物体的运动	79
实验六	验证机械能守恒定律	83
实验七	探究弹力和弹簧伸长的关系	87

第四篇 经典实验

一	伽利略的理想斜面实验	88
二	卡文迪许实验	90

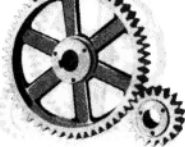
C 目录 CONTENTS

第五篇 实验测试

- | | | |
|---|------------------|-----|
| 一 | 上学期期中实验测试题 | 93 |
| 二 | 上学期期末实验测试题 | 98 |
| 三 | 下学期期中实验测试题 | 102 |
| 四 | 下学期期末实验测试题 | 106 |

附录 参考答案

- | | | |
|-----|------------|-----|
| 第三篇 | 分组实验 | 111 |
| 第五篇 | 实验测试 | 112 |



第一篇 实验理论

第一章 实验学习方法和实验室介绍

一、开设物理实验的目标

物理学是一门实验科学,新的理论是建立在新的实验基础之上的,理论的发展也必须经过实验的检验才能被公认。

开设物理实验的目标,就是让同学们掌握物理实验的基本理论、方法和操作技能,逐步具备一定的科学素养,初步养成良好的实验习惯。

二、中学物理实验的学习方法

1. 要注意各类实验的特点

中学物理实验由热学、力学、电磁学、光学等部分组成,除了了解各类实验的共性外,还应注意各自的特点,如:

力、热实验中仪器装置的水平或铅直调节,量具的零点调节与修正;各种数据处理方法在具体实验中的应用等。

电磁学实验按原理线路图正确接线,正确读取各类电表数据是实验成功的关键。

光学实验中仪器调节特别重要,它决定了实验能否顺利进行和测量结果是否精确可靠。

2. 要明确实验的物理思想

完成一个实验,不仅是为了获得一个实验结果,更重要的是,通过实验,进一步明确其物理思想,学会如何根据其物理思想确定合理的实验方案,正确选择仪器设备,或者构建新的实验装置,或设计出新的实验,这对我们今后从事科研和技术开发尤为重要。

例如,用单摆测重力加速度实验中,将数值很大的下落加速度的测量转变为摆长、摆的周期的测量,从而实现间接测量,而且又由于可对摆长、周期进行多次重复测量,提高了测量精度。

3. 要学会分析实验

(1) 要学会用实验中观察到的现象,分析现象的形成原因,来指导仪器的调节。

(2) 学会排除实验中出现的故障,例如检查电路是否接好、光路或实验装置是否调节



好,实验参数是否选择恰当、仪器是否调节到位、电路是否接错等。

(3) 学会分析实验结果,包括对实验结果的评价、误差分析。

4. 要亲自动手实验

同学们亲自动手实验,不同于看演示实验,不是听课的补充,而有其独特的作用。根据自己的体验,自己自由地去实现或创造一个物理过程的实现条件,研究一个物理过程的发展细节,观察到所预期的现象,对培养自己分析问题解决问题的能力,激发学习物理的兴趣,发挥主动精神,为将来迈出学校,走向社会,不断提高自己的工作能力,都是非常重要的。

三、物理实验报告的撰写与要求

物理演示实验报告撰写的内容包括实验目标、实验原理、实验器材、实验过程和实验结论等,学生实验报告撰写的内容包括实验目标、实验原理、实验器材、实验步骤、实验记录、实验分析、实验结论、实验反思等,探究实验报告撰写的内容包括设计思想、实验目标、实验原理、实验器材、实验步骤、预期结论等。撰写报告的目标是要求学生在实验时领悟每个实验的设计思想,能规范地操作,有良好的实验习惯、科学的方法和科学的态度及价值观。写好实验报告能激发学生动手做实验的兴趣,帮助学生提高物理实验能力。同时要求同学们做实验前进行预习,明确实验目标,理解和控制实验条件,掌握实验方法,正确使用实验仪器、认真观察、分析实验现象、处理实验数据、得出正确结论。

四、物理实验室规则

1. 实验前必须预习实验内容,明确实验要求、方法、步骤,掌握基本原理。
2. 进入实验室后按位就座,未经教师许可,不得动用仪器和试剂。
3. 保持室内肃静、整洁,不准打闹喧哗,不准做与实验无关的事。
4. 认真听教师讲解实验相关事项。
5. 实验时严格遵守操作规程,注意安全,防止意外事故发生。
6. 自己动手,认真操作,仔细观察,详细记录,分析现象,得出结论,总结提高。
7. 节约用电、用水及其他实验用品,药品试剂应按规定量加入,不得滥用和污染。
8. 室内物品一律不准私自带出室外,损坏、丢失仪器应立即报告教师。
9. 实验完毕,必须清点仪器、摆放整齐,做好清洁工作。
10. 实验完毕,待所有同学清点、整理好仪器后,实验班级应将实验室打扫干净。

五、物理实验室的安全规则

1. 加强安全教育

- (1) 加强安全教育,提高参与实验师生的安全和自我保护意识。
- (2) 学生实验必须在教师指导下进行,实验时要严格遵守操作规程。
- (3) 准备实验时要准备防护及保险措施,实验装置要牢固稳妥。
- (4) 实验教师要学习和掌握实验室伤害救护常识,做好急救工作。



2. 防触电

(1) 实验室供电线路的布设, 电线截面积和保险丝的选用, 要符合安全供电标准, 供电线要定期检修和更换。安装电器设备要做到电流、电压与用电器的称值匹配。一般情况下(有特殊的标注者除外)用电器都应接地, 并经常检查接地是否良好。

(2) 实验室要设总配电盘, 装设漏电保护器, 离开实验室时要将总电源断开。任课教师要严格控制学生实验用电, 尽量使用 36 V 以下的安全电压。

(3) 检修电源线、用电器及清洁大扫除时必须切断电源, 切忌带电操作, 不能弄湿电源线, 不能用潮湿的手触摸正在工作的电器设备。电线或电器盒盖破损要及时修复, 以免高压导线裸露伤人。

(4) 所有电工工具应用良好的绝缘手柄。所有用电器外壳应接上地线。

3. 防火灾

(1) 使用电烙铁、电炉等电热器时, 不可直接放在可燃物上。使用者离开时, 应先切断电源。

(2) 易燃、易爆药品应严格按照规定存放。当大量酒精、汽油洒落在地面上时, 要立即打开窗户通风, 严禁室内明火。不准用汽油代替煤油和酒精作燃料。

(3) 配齐消防器材(包括灭火器、砂、水、水桶等), 并能保证应急使用。

4. 防创伤

(1) 进行弹、喷、射击等实验, 不能对着人, 以防伤人。

(2) 用钻孔器、锥子、针等切割和穿透物体时, 不应以另一只手给物体作垫层, 以免穿透时被机械创伤。

六、常用仪器的分类和用途

1. 常用物理仪器的分类

物理仪器分为计量仪器、通用仪器、专用仪器、挂图、玻璃仪器、药品、其它实验材料和工具 7 类。

常用物理仪器主要指: 计量仪器、通用仪器、专用仪器和玻璃仪器。

计量仪器: 主要有木直尺、游标卡尺、学生天平、机械停表、演示温度计、演示电表等。

通用仪器: 主要有两用气筒、物理支架、学生电源、蓄电池等。

专用仪器: 分为综合、力学、振动和波、热学、静电和电流、电磁和电子、光学和原子物理。其中, 力学仪器主要有平板测力计、向心力实验器、平抛运动实验器、轨道小车等; 振动和波、热学仪器主要有弹簧振子、单摆组、气体定律实验器等; 静电和电流仪器主要有箔片验电器、等势线描绘实验器、筒式电阻箱、学生电路实验板等; 电磁和电子仪器主要有原副线圈、电磁振荡演示仪、自感现象演示器、学生示波器等; 光学和原子物理仪器主要有光具座双缝干涉实验仪、光谱管组、手持直视分光镜等。

玻璃仪器: 主要有量筒、烧杯、酒精灯。

2. 仪器的用途



实验教程

高中物理

测长度仪器:刻度尺,游标卡尺和螺旋测微器。

测时间仪器:秒表和打点计时器。

测质量仪器:天平。

测电流、电压、电阻仪器:电流表、电压表、多用电表。

调节仪器:滑动变阻器、电阻箱。

其他仪器:测温度的温度计、测力的弹簧秤。

七、实验能力基本要求

高中学生应该在科学探究和物理实验中达到以下要求。

科学探究要素	对科学探究及物理实验能力的基本要求
提出问题	能发现与物理学有关的问题。 从物理学的角度较明确地表述这些问题。 认识到发现问题和提出问题的意义。
猜想与假设	对解决问题的方式和问题的答案提出假设。 对物理实验结果进行预测。 认识到猜想与假设的重要性。
制定计划与设计实验	知道实验目标和已有条件,制定实验方案。 尝试选择实验方法及所需要的装置与器材。 考虑实验的变量及其控制方法。 认识到制定计划的作用。
进行实验与收集证据	用多种方式收集数据。 按说明书进行实验操作,会使用基本的实验仪器。 如实记录实验数据,知道重复收集实验数据的意义。 具有安全操作的意识。 认识到科学收集实验数据的重要性。
分析与论证	对实验数据进行分析处理。 尝试根据实验现象和数据得出结论。 对实验结果进行解释和描述。 认识到在实验中进行分析论证是很重要的。
评估	尝试分析假设与实验结果间的差异。 注意探究活动中未解决的矛盾,发现新的问题。 吸取经验教训,改进探究方案。 认识到评估的意义。
交流与合作	能写出实验探究报告。 在合作中注意既坚持原则又尊重他人。 有合作精神。 认识到交流与合作的重要性。



第二章 有效数字

一、有效数字的含义

做物理实验,不仅要观察物理现象,还要找到各相应物理量之间的数量关系,这就需要知道有关物理量的数值。

要知道物理量的数值,必须通过测量。例如,用刻度尺来量长度,用天平来称质量,用温度计来测温度,用电流表和电压表分别来测电流和电压等。测量的结果必须把它用数字表示出来,这种反映被测物理量结果的数字,叫做有效数字。

有效数字是用来记录测量结果的特殊数字,它由准确数字和最后一位不可靠的数字组成。是带有一位不可靠数字的近似数字。

二、有效数字的位数

测量结果的精确程度,常用有效数字的位数来说明。例如,用毫米刻度尺测量某一物体的长度时,结果用有效数字表示为 4.5 mm;用较精确的测量仪器——游标卡尺测它时,结果用有效数字表示为 4.52 mm;用更精确的测量仪器——螺旋测微器测它时,结果用有效数字表示为 4.523 mm。其中,4.5 是二位有效数字,4.52 是三位有效数字,4.523 是四位有效数字。

在有效数字中,数 2.7、2.70、2.700 的含义是不同的,它们分别代表二位、三位、四位有效数字。数 2.7 表示最后一位数字 7 是不可靠的,而数 2.70 和 2.700 则表示最末一位数字 0 是不可靠的。因此小数最后的零是有意义的,不能随便舍去或添加。但是,小数的第一个非零数字前面的零是用来表示小数点的位置的,不是有效数字。例如,0.92、0.095、0.0076 都是两位有效数字。

在计算有效数字的位数时,只要从高位向低位数,数到第一个非零的数字开始,以后的所有数字都是有效数字,此后所有数字的位数之和称为有效数字的位数。例如,10.450 是五位有效数字,0.02030 是四位有效数字。

大的数目,可以用科学记数法来表示有效数字。例如,36500km,如果这五个数字不全是有效数字,就不要这样写,可以写成有一位整数的小数和 10 的乘方的积的形式,如果是三位有效数字就写成 3.65×10^4 km,如果是四位有效数字就写成 3.650×10^4 km。

在测量时,一般对于连续读数的仪器,有效数字读到仪器最小刻度的下一位的估计值,不论估计值是不是“0”都应记录,不能略去。

三、有效数字运算规则

在有些情况下,在计算间接测量值时,经常会遇到除法运算除不尽,或者结果出现一串



很长的数字,结果保留几位有效数字最为合理呢?有效数字运算规则对此作了严格规定:

①加、减法运算:加、减运算结果的有效数字的末位,与参与运算的各数字中小数点后位数最少的对齐。例如, $397.8 + 7.625 - 312.4198 = 93.0$ 。

②乘、除运算:乘、除运算结果的有效数字的位数,与参与运算的各数字中有效数字位数最少者相同。例如, $78.625 \times 9.06 \div 11.38 = 62.6$ 。

③乘方、开方后有效数字的位数保持不变,单位换算时有效数字的位数保持不变。

在学生实验中,测量时要按照有效数字的规则来读数。在处理实验数据进行加减乘除运算时,本来也应该按照有效数字的规则来运算,但由于这些规则中学阶段不作要求,运算结果一般取二位或三位有效数字就可以了。



第三章 误差

一、测量与误差

用计量仪器对被测物理量进行量度,称为测量。

做物理实验离不开测量,但由于测量是利用仪器在一定条件下通过人来完成的,受仪器的灵敏度和分辨能力的局限性,环境的不稳定和人的精神状态等因素的影响,使得待测物理量的真实值是不可测得的。因此测出的数值与真实值之间都存在一定的偏差,这种测出的数值与真实值之间的差异,叫做误差。

二、误差的分类

1. 从误差的来源上分,误差可以分成系统误差和偶然误差。

系统误差是由于仪器本身不精确,或实验方法粗略,或实验原理不完善而产生的。例如,测量质量时,天平的两臂不严格相等或砝码不准,做热力学实验时没有考虑散热损失等,都会产生系统误差。系统误差的特点是在多次重做同一实验时,误差总是同样地偏大或偏小,不会出现这几次偏大另几次偏小的情况。要减小系统误差,必须校准测量仪器,改进实验方法,设计在原理上更为完善的实验。

偶然误差是由各种偶然的因素对实验者、测量仪器、被测物理量的影响而产生的。例如,用毫米刻度尺量物体的长度,mm以下的数值只能用眼睛估计,各次测量的结果就不一致,有时偏大,有时偏小。偶然误差总是有时偏大,有时偏小,并且偏大和偏小的概率相同。因此,可以多进行几次测量,求出几次测量的平均值,这个平均值比一次测得的数值更接近于真实值。

2. 从误差计算方式上分,误差又可以分成绝对误差和相对误差。

绝对误差:测量值 X 与被测物理量的真实值 A 之差,同被测物理量有相同单位,它反映了测量值偏离真实值的大小。绝对误差是有单位的误差。

在同一测量条件下,绝对误差可以表示一个测量结果的可靠程度,但比较不同测量结果时,可能出现这样的问题。例如,用刻度尺分别测量 0.1m 和 1000m 的两个物体的长度时,若测量的绝对误差分别是 0.01m 和 1m,虽然后者的绝对误差远大于前者,但是前者的绝对误差占测量值的 10%,而后者的绝对误差仅占测量值的 0.1%,说明后一个测量值的可靠程度远大于前者,所以有时绝对误差往往不能正确比较不同测量值的可靠性。

为了比较不同测量结果的可靠性,我们在误差计算方式上引入了相对误差。

相对误差:测量值的绝对误差与真实值之比叫相对误差。相对误差是一个比值,没有单位,通常用百分比表示。

$$\gamma_A = \frac{\Delta X}{A} \times 100\%$$





上式中的 ΔX 是绝对误差, A 是被测物理量的真实值, γ_A 表示相对误差。

相对误差又叫百分误差,相对误差百分率越小,测量结果就越可靠。例如,用毫米刻度尺来量1 mm的长度时,相对误差就很大。若绝对误差为0.2 mm,则相对误差达到20%,量1m的长度时,绝对误差仍为0.2 mm,相对误差只有0.02%,两次测量尽管绝对误差相同,显然第二次测量的结果更准确、更可靠。因此,在测量时我们不仅要考虑减小测量的绝对误差,还需要考虑减小测量的相对误差。

由于仪器的精确度是确定的,测量的绝对误差基本不变,因而我们常用增大测量范围的方法来有效地减小测量的相对误差。

三、数据处理方法

数据处理是科学实验的一个重要环节,通过数据处理可以发现数据之间的内在联系,从而可以发现其内部蕴藏的规律。

在实验过程中,选择合适的数据处理方法,能够简明、直观地分析和处理实验数据,易于显示物理量之间的联系和规律性。常用的数据处理方法有以下几种:

1. 求平均值法

求平均值的方法是实验处理数据最常用的方法,通过求平均值可以有效减小实验测量的偶然误差。求平均的种类很多,例如,求算术平均值、求加权平均值、求方均根等。在中学阶段,我们主要掌握求算术平均值的方法。求算术平均值的方法是将 n 个测量值求和后除以个数 n ,求几次测量的算术平均值,这个平均值比一次测得的数值更接近于真实值。

求平均值的方法还可以帮助我们剔除无效数据。例如,多次测量同一物理量时得到了多组数据,求多组数据的算术平均值时,发现其中有一组数据与其他各组数据的算术平均值相差太远,则可知道该组数据为无效数据,应该剔除。

2. 列表法

实验中将数据列成表格,可以简明地表示出有关物理量之间的关系,便于检查测量结果和运算是否合理,有助于发现和分析问题。

列表的要求是:

(1)表格要直观地反映有关物理量之间的关系,一般把自变量写在前边,因变量紧接着写在后面,便于分析。

(2)表格要清楚地反映测量的次数,测得的物理量的名称、符号及单位,计算的物理量的名称及单位。物理量的单位可写在标题栏内,一般不在数值栏内重复出现。

(3)表中所列数据要正确反映测量值的有效数字。

例如,研究某导体的电阻与温度的关系时,设计的记录表格如下:

次数	温度 $t/^\circ\text{C}$	电阻 R/Ω
1	10.5	10.42
2	29.4	10.92



续表

次数	温度 $t/^\circ\text{C}$	电阻 R/Ω
3	42.7	11.32
4	60.0	11.80
5	75.0	12.24
6	91.0	12.67

从以上表格中很容易看出,随着温度的升高导体的电阻逐渐增大的规律。

(4) 设计表格要简单明了,便于分析、比较物理量的变化规律。

3. 作图法

(1) 图像法是描述物理过程、揭示物理规律、解决物理问题的重要方法之一,用图像法处理实验数据也是物理实验中最常用的方法。它的优越性表现在能形象直观地表达物理规律,有效地减少偶然误差对结果的影响,较方便地获得未经测量或无法直接测量的物理量数值。

(2) 一般来说,画图像时以横坐标代表自变量,纵坐标代表因变量,但如果选用这种坐标轴所作图线为曲线时,则应尽可能考虑“化曲为直”,因为直线比曲线能更直观地反映物理规律。例如,在做“验证牛顿第二定律”的实验中,当研究拉力 F 一定,加速度 a 与小车质量 M 的关系时,若取横坐标表示小车质量 M ,纵坐标表示小车的加速度 a ,画出的 $a-M$ 关系图像是一条曲线,很难看出 a 和 M 的定量关系,而改用横坐标表示 $1/M$ 来作图,则不难得出图像是一条过原点的直线,从而直观地提示出 a 与 $1/M$ 成正比,即 a 与 M 成反比的关系。

(3) 常用作图包括曲线图、折线图、直方图等,所用图纸有直角坐标纸、自然坐标纸、对数坐标纸等几种。

数据处理的方法还有逐差法、描迹法、画圆法等常用方法,用这些方法也可以很有效地减小实验中的偶然误差对测量结果的影响。



第四章 常用仪器

一、长度测量仪器

(一) 刻度尺

【刻度尺的种类】

实验中常用的刻度尺是米尺,米尺的最小分度值是 1 mm,量程不等,常用的有钢卷尺、钢板尺、木直尺、带刻度的三角板等。

【使用方法】

1. 使用刻度尺前要注意观察它的零刻度线、量程和最小分度值。
2. 使用刻度尺时,尺要沿着所测量的长度,选择某一整数刻度值作为测量的起点,读数时视线要与刻度尺的尺面垂直。在测量时,估读到最小分度值的下一位。
3. 测量的结果由数字和单位组成。

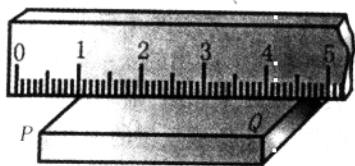


图 1-4-1

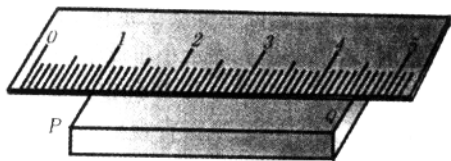


图 1-4-2

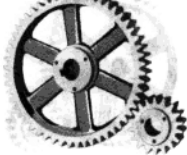
【注意事项】

1. 测量时米尺的刻度线要紧贴待测物,以避免视差(如图 1-4-1、图 1-4-2)。
2. 使用前注意观察刻度尺的量程和最小分度值。
3. 测量起点一般不选择米尺的端边,以免由于边缘磨损而引入误差(刻度尺的“0”刻度线一般不在尺子的端边),应选择某一整数刻度线为测量起点。
4. 测量时,视线要垂直尺面,以避免视差。
5. mm 以下的数值要估读一位,即估读到最小分度值的 1/10。
6. 测量精度要求高时要进行多次测量求平均值。

【实例分析】

例 1: 怎样用最小分度值为 mm 的刻度尺测量一张白纸的厚度?

分析与解: 当测量工具的最小分度值比待测物的尺寸大得多时,常采用累积法进行测量,就是将待测物的若干个相同微小量累加起来测出其总长度(或厚度),然后计算出每一个被测物的长度或厚度。所以,测量一张白纸的厚度时,可将 N 张相同的白纸叠放,再用米尺测出总的厚度 d ,那么一张白纸的厚度 $h = d/N$ 。数值记录到 $\frac{1}{10}$ mm, $\frac{1}{10}$ mm 以下的数值四舍



五人。例如,某次测量中,测得 144 张白纸的总厚度为 101mm,那么一张白纸的厚度应该记为 0.7mm。

例 2:用最小分度值为 1mm 的刻度尺测量长略大于 1m 的物体长度,测量结果应记为几位数字?

分析与解:若结果要求准确到 cm,应记为 4 位数字,如:100.2 cm;若结果要求准确到 mm,应记为 5 位数字,如:1002.0mm。

例 3:某同学用毫米刻度尺先后 6 次测量同一个物体的长度,各次测量值分别为 9.98 cm、9.99 cm、9.98 cm、10.00 cm、10.01 cm、9.97 cm,那么该同学应该把物体的长度记为多少?

分析与解:应该为 6 次测量值的平均值,另外要注意 1/10mm 以下的数值四舍五入,所以物体的长度应该记为 9.99 cm。

(二)游标卡尺

【构造与用途】

一般有 10 分度、20 分度、50 分度三种游标卡尺。图 1-4-3 所示是 20 分度的游标卡尺。

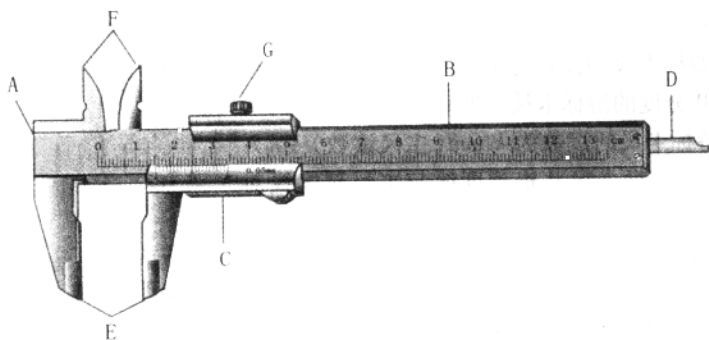


图 1-4-3

1. 尺身 A。
2. 主尺 B:测量 mm 及 mm 以上的长度。
3. 游标尺 C:测量 mm 以下的长度。
4. 深度尺 D:用来测量槽、孔和筒的深度。
5. 外测爪 E:用来测量零件的厚度和管的外径。
6. 内测爪 F:用来测槽的宽度和管的内径。
7. 紧固螺丝 G:读数时,为了防止游标尺的挪动,旋紧它可以使游标固定在主尺上。

【使用方法】

1. 如果在游标上将 9 mm 长度分成 10 等分,那么游标上的分度值为 0.9 mm,主尺上的分度值为 1 mm。当游标上的零刻度与主尺上的刻度线对齐时,游标上第一根、第二根、第三



根、第四根……刻度线与主尺上的刻度线分别相差 0.1 mm 、 0.2 mm 、 0.3 mm 、 0.4 mm ……(如图 1-4-4),当游标向右移动时,若游标上的第一根刻度线与主尺上的刻度线对齐时,游标上的读数是 0.1 mm 。同理,游标上的第二根、第三根、第四根……刻度线与主尺上的刻度线对齐时,游标上的读数分别是 0.2 mm 、 0.3 mm 、 0.4 mm ……由此可知,10 分度的游标卡尺的准确度为 0.1 mm 。

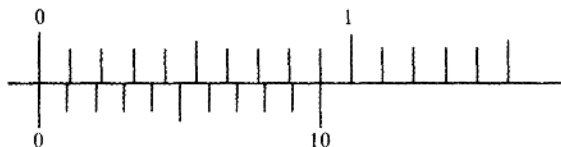


图 1-4-4

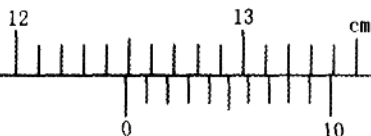
2. 综上所述,10 分度(游标上除 0 刻度外有 10 根刻度线)的游标卡尺的读数方法是:

- ①根据游标的 0 刻度读出主尺上的读数(注意:单位是 cm)。
- ②再看游标上的第 n 根刻度线与主尺上的刻度线对齐,游标上的读数就是 $n \times$ (准确度) 0.1 mm 。

③游标卡尺的读数为主尺上的读数加游标上的读数。

如图 1-4-5 所示,游标卡尺主尺上的读数为 $12.4\text{ cm} = 124\text{ mm}$,游标上的读数为 $0.1 \times 8\text{ mm}$,所以游标卡尺的读数为 $124\text{ mm} + 0.1 \times 8\text{ mm} = 124.8\text{ mm}$ 。

3. 同理,20 分度的游标卡尺的准确度为 0.05 mm ,所以 20 分度的游标卡尺的读数为 $k\text{ mm}$ (主尺读数) $+ n \times 0.05\text{ mm}$ (n 表示游标上第几根刻度线与主尺刻度线对齐)



50 分度的游标卡尺的准确度为 0.02 mm ,50 分度的游标卡尺的读数为: $k\text{ mm}$ (主尺读数) $+ n \times 0.02\text{ mm}$ (n 表示游标上第几根刻度线与主尺刻度线对齐)。

第八根刻度线与主尺上的刻度线对齐

图 1-4-5

【注意事项】

1. 若游标尺上的刻度线与主尺上的刻度线未对齐时,选择游标尺上最接近对齐的刻度线读数,不需要估读,最后读数时要注意将主尺读数的单位与游标上读数统一,才能相加。
2. 被测物体不可在钳口之间移动或压得太紧,以免损坏钳口。
3. 被测物体上测量距离的连线必须平行于主尺,以减小误差。
4. 读数时为了防止游标尺的挪动,旋紧紧固螺丝使游标固定在主尺上。
5. 使用游标卡尺时应防止撞击,不允许测量脏物或毛坯工件,以免损伤测爪。

【实例分析】

例 1:用游标卡尺测量某长度时,记录的数据为 12.35 mm ,这是用 _____ 分度的游标卡尺测量的,游标尺上第 _____ 根刻度线与主尺上的刻度线对齐。若用这种游标卡尺测量长度时,主尺上的读数为 10 cm ,游标上第 12 根刻度线与主尺上的刻度线对齐,这时的长度为 _____ mm 。



分析与解:因为10分度、20分度、50分度的游标卡尺的准确度分别是0.1 mm、0.05 mm、0.02 mm,而且游标卡尺末位不需要估读,所以12.35 mm的数据应该是20分度的游标卡尺测量的。又因为mm以下的数值为0.35,所以是游标上第7根刻度线($0.35\text{ mm} \div 0.05\text{ mm} = 7$)与主尺上的刻度线对齐。主尺上的读数为10 cm,游标上第12根刻度线与主尺上的刻度线对齐时,游标卡尺的读数是主尺上的读数10 cm = 100 mm,加上游标上的读数 $12 \times 0.05\text{ mm} = 0.60\text{ mm}$,即 $100\text{ mm} + 12 \times 0.05\text{ mm} = 100.60\text{ mm}$ 。

注意:最后读数时要注意将主尺读数的单位与游标上读数统一,才能相加。最后读数的“0”不可以去掉。

例2:当游标卡尺未测量,游标和主尺的两测脚并拢时,主尺上的“0”刻度与游标上的“0”刻度不能对齐,用这样的游标卡尺测量时应该怎样读数?

分析与解:当游标卡尺未测量,游标和主尺的两测脚并拢时的读数 s_0 叫做零误差,当游标卡尺未测量,游标和主尺的两测脚并拢时游标的“0”刻度在主尺“0”刻度的右边时, s_0 为正;当游标卡尺未测量,游标和主尺的两测脚并拢时游标的“0”刻度在主尺“0”刻度的左边时, s_0 为负。用测量时的读数 s 减去零误差就是测量结果,即测量结果记录为 $s - s_0$ (注意 s_0 的正负)。

如图1-4-6(a)、图1-4-6(b):

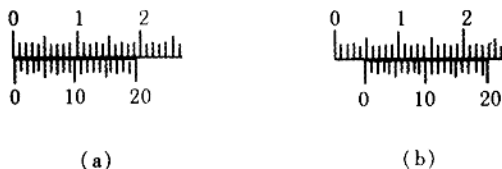


图1-4-6

未测量时,零误差为 $6 \times 0.05\text{ mm} = 0.30\text{ mm}$,测量时读数为 $4\text{ mm} + 13 \times 0.05\text{ mm} = 4.65\text{ mm}$ 。

由于零误差为正,所以最后结果记录为 $4.65\text{ mm} - 0.30\text{ mm} = 4.35\text{ mm}$ 。

例3:图1-4-7(a)、图1-4-7(b)分别是游标卡尺未测量时和测量时的位置,被测长度是多少?



图1-4-7

分析与解:当游标卡尺未测量时,零误差为 $-12 \times 0.05\text{ mm} = -0.60\text{ mm}$,测量时读数为 $100\text{ mm} + 6 \times 0.05\text{ mm} = 100.30\text{ mm}$,所以最后结果记录为 $100.30\text{ mm} - (-0.60)\text{ mm} = 100.90\text{ mm}$ 。

(三) 螺旋测微器(千分尺)

【构造与用途】