

XINZHUAN TI JIAOCHENG

新专题教程

李映桃 主编

高中物理 6
物理实验



华东师范大学出版社

新专题教程

XINZHUANTI JIAOCHENG

高中物理 6

物理实验



华东师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

新专题教程. 高中物理 6 物理实验/李映桃主编. —上海: 华东师范大学出版社, 2004. 3
ISBN 978-7-5617-3779-8

I. 新... II. 李... III. 物理课—实验—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 021813 号

新专题教程 高中物理 6 · 物理实验

主 编 李映桃
策划组稿 教辅分社
项目编辑 徐红瑾
文字编辑 许春燕
封面设计 黄惠敏
版式设计 蒋 克

出版发行 华东师范大学出版社
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062
电话总机 021-62450163 转各部门 行政传真 021-62572105
客服电话 021-62865537(兼传真)
门市(邮购)电话 021-62869887
门市地址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口
网 址 www.ecnupress.com.cn

印 刷 者 苏州市永新印刷包装有限责任公司
开 本 787×960 16 开
印 张 10
字 数 190 千字
版 次 2009 年 4 月第四版
印 次 2009 年 4 月第一次
书 号 ISBN 978-7-5617-3779-8/G·2086
定 价 12.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题, 请寄回本社客服中心调换或电话 021-62865537 联系)

总 序

高中物理 6 · 物理实验

亲爱的读者,展现在您面前的这套《新专题教程》系列图书是按新课程标准所列的内容,在“新教学理念、新教学方法”的指导下,按专题编写,涵盖初、高中语文、数学、英语、物理和化学 5 个学科,共计 50 个分册。

本丛书自初版起就坚持“完整、系统、深入、细致”的编写特色,甫一面世,就受到广大学生的欢迎。但我们不敢懈怠,我们必须与时俱进。根据现行中学教材的变化情况及中、高考的变化趋势,我们进行了多方调研,在此基础上,组织作者对本丛书进行了全面的修订。新修订的这套丛书,不仅知识点配套,而且题型新颖,更利于学生对学科知识的理解和掌握。

丛书有以下特点。

作者权威 编写队伍由师范大学学科专家及长期在教学第一线的全国著名中学特、高级教师组成。他们有先进的教育理念和丰富的教学经验,是中、高考研究方面的专家,他们的指导更具权威性。

材料典型 丛书精选了近几年的中、高考试题,还收集了许多有代表性的例题,编写者对这些典型材料进行了详细的解读,还设置了有针对性的训练。总之,编写者力求从国家课程标准的知识内容中提炼出相应的能力要求,并对重点知识进行深入、细致的讲解,对难点用实例的方法进行释疑,使用这套丛书,能切实提高学生的学习效果。

总 序

高中物理
6
物理实验

版本通用 丛书以教育部颁布的新课程标准为编写依据,不受教材版本限制,按各学科知识内容编排,独立成册,不仅与教学要求相对应,更体现了学科知识的完整性、系统性和科学性,具有很强的通用性。

编排科学 丛书在编排时照顾到了学生的差异性,读者可以根据自己学习中的薄弱环节,有重点地选择,有针对性地学习,以达到事半功倍的效果。丛书坡度设计合理,帮助学生在知识学习的基础上,充分了解和掌握运用知识解决问题的方法,提升学习能力。

愿《新专题教程》成为您的好伙伴,学习的好帮手,为您的学习带来诸多的便利,给您一个智慧的人生。

华东师范大学出版社
教辅分社

CONTENTS

目 录

高中物理
6
物理实验

开篇语 高中物理实验专题	1
预备知识 误差及有效数字	4
实验专题	
实验 1 长度的测量	10
实验 2 研究匀变速直线运动	16
实验 3 探究弹簧弹力和弹簧伸长的关系	23
实验 4 验证力的合成的平行四边形定则	28
实验 5 验证机械能守恒定律	33
实验 6 用单摆测定重力加速度	40
实验 7 研究平抛物体运动	46
实验 8 验证动量守恒定律	53
实验 9 用油膜法估测分子的大小	60
实验 10 用描迹法画出电场中平面上的等势线	64
实验 11 描绘小灯泡的伏安特性曲线	69
实验 12 测定金属的电阻率	77
实验 13 把电流表改装成电压表	84
实验 14 用电流表和电压表测电池的电动势和内电阻	93
实验 15 练习使用示波器	104
实验 16 用多用电表探索黑箱内的电学元件	113
实验 17 传感器的简单应用	123
实验 18 测定玻璃的折射率	129
实验 19 用双缝干涉测光的波长	134
实验 20 研究闭合电路的欧姆定律	142
参考答案	145

高中物理实验专题

物理学是一门以观察、实验为基础的科学。物理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。所以物理实验是高中物理的重要部分,对学生的全面发展具有其他课程无法替代的作用。

高考实验知识考查包括考查实验理论知识(如实验原理、仪器选择、误差分析)和实际动手能力。但考查实验能力只能在试卷上进行“纸上谈兵”,这往往使同学们产生“在实验室做实验,不如在课堂上听实验”的不正确观点。实际上,观察现象、亲自动手做实验,能使我们对物理事实获得具体的、明确的认识,这对理解概念和实验原理,是非常必要的;对培养同学们的观察和实验能力、培养实事求是的科学态度、激发学习兴趣,无疑具有重要作用;对掌握实验步骤、熟悉实验仪器的使用,也是必不可少的。

一、解读新大纲对实验教学的要求

1. 正确使用基本测量仪器

这些仪器包括(1)刻度尺;(2)游标卡尺;(3)螺旋测微器;(4)天平;(5)秒表;(6)打点计时器;(7)弹簧秤;(8)温度计;(9)电流表;(10)电压表;(11)多用电表;(12)滑动变阻器;(13)电阻箱;(14)示波器等。

正确使用测量仪器是做好物理实验所应掌握的基本技能,包括会使用仪器、会读数、了解仪器构造原理及实际操作过程。常用仪器中,凡十等分刻度的仪器都需估读(如刻度尺、螺旋测微器、天平、弹簧秤、电流表、电压表等),对非十等分刻度的估读高中阶段实际上不作要求。游标卡尺、秒表、电阻箱不需要估读。要注意有效数字的位数,知道使用仪器的注意事项。例如:大多数测量仪器均应调零,多用电表使用完毕后应置于“OFF”档等。

2. 正确选择实验仪器

选择实验仪器一般遵循以下三个原则:

(1) 安全、可行性原则。要能够根据实验要求和客观条件选用合适的仪器,使实验安全、切实可行、能达到预期目标。

(2) 准确性原则。尽可能减小实验误差。

(3) 方便性原则。在保证实验正常进行的前提下,选用的器材和电路应便于操作,读得的数据应便于处理。

3. 理解基本实验原理和实验方法

对课堂演示实验、学生分组实验的原理要逐一弄清,对实验原理重在理解,能运用学过的实验原理解决具体问题。

中学物理实验所涉及的主要思想方法有:

(1) 等效法。等效法是物理学研究的重要方法,也是物理实验中常用的方法。如“碰撞中的动量守恒”实验中,用小球的水平位移代替小球的水平速度;画电场中等势线的分布时用电流场模拟静电场。

(2) 累积法。把某些难以直接准确测量的微小量累积后测量,提高测量的精确程度。如测单摆振动的周期,应测量单摆多次全振动的时间除以全振动次数,以减少因操作者个人反应时间而造成的误差。

(3) 控制变量法。若被测物理量与多个物理量有关,可以先控制其他一些量不变,依次研究某一个因素的影响。如:牛顿第二定律实验中可以先保持质量一定,研究加速度和力的关系;再保持力一定,研究加速度和质量的关系。

(4) 转换法。将不易直接测量的物理量转化为另一种易测的物理量进行测量(又称间接测量法)。

(5) 留迹法。把瞬间即逝的物理量(位置、轨迹、图象等)记录下来,如通过纸带上打出的小点记录小车的位置;用描迹法画出平抛物体的运动轨迹;用沙摆显示振动的图象。

此外,还有平衡法、补偿法、共轭法等物理实验方法,在实验设计中要灵活使用各种方法以达到实验目的。

4. 实验数据的处理

数据处理是对原始实验记录的科学加工。通过数据处理,往往可以从一堆表面上似乎毫无联系的数据中找出难以察觉的、内在的规律。在中学物理中只要求掌握最简单的数据处理的方法。

(1) 列表法。在记录和处理数据时,常常将数据列成表格。数据列表可以简单而又明确地表示出有关物理量之间的关系,有助于找出物理量之间的规律性的联系。

(2) 图象法。图象法处理实验数据是物理实验中最常用的方法之一。选取适当的坐标系,用图象法找到变量间的函数关系。图象法的优点是直观、简便、有取平均值的效果。由图象的斜率、截距、包围的面积等可以研究物理量之间的变化关系,找出规律。

(3) 平均值法。现行教材中只介绍算术平均值,即把测定的若干组数据相加求和,然后除以测量次数。平均值法是为了减小偶然误差常用的数据处理方法。必须注意,求取平均值时应该按原来测量仪器的精确度确定平均值的有效数字的位数。

5. 实验误差分析

中学物理中只要求初步了解绝对误差与相对误差、偶然误差与系统误差的概念,能定性分析一些实验产生系统误差的主要原因。

6. 设计型实验

所谓设计型实验,就是要求运用学过的实验方法,自行设计一个新的实验方案。它要求设计实验原理、选择实验器材、安排实验步骤、设计数据处理的方法及分析实验误差。主要考查是否理解实验原理和实验仪器的工作原理,是否具有灵活运用实验知识的能力,是否具有在不同情况下迁移知识的能力。设计型实验的设计原则是:科学性、安全性和精确性。

二、解读《考试说明》对物理实验的要求

物理实验一直是高考考查的重要内容,实验能力是高考物理考查要测试的五个能力之一。《考试说明》中把实验能力概括为“一能三会”,即能在理解的基础上独立完成“知识内容表”中所列的实验,明确实验目的、理解实验原理、控制实验条件;会运用在这些实验中学过的实验方法;会正确使用在这些实验中用过的仪器;会观察、分析实验现象,处理实验数据并得出结论。

《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。

《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。

《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。

《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。

《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。

《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。

《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。

《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。《考试说明》对物理实验的要求,主要体现在以下几个方面:一是实验原理,二是实验器材,三是实验步骤,四是实验数据处理,五是实验误差分析。

误差及有效数字

(一) 误差及有效数字

一、误差

误差——测量值与真实值的差异称为误差。

物理实验离不开对物理量进行测量。由于测量仪器、实验条件以及人为因素的局限,测量是不可能无限精确的,测量结果与客观存在的真值之间总有一定差异,也就是说总存在着测量误差。测量结果误差的大小,反映我们的认识与客观真实相接近的程度。

实验中,误差不可避免,但应该且可以尽量减小。从误差产生的来源看,误差可分为系统误差和偶然误差。从分析数据的观点看,误差分为绝对误差和相对误差。

1. 系统误差和偶然误差

(1) 系统误差的主要来源

- 实验原理不够完备。如伏安法测电阻时,电流表和电压表内阻对实验结果有影响。
- 实验仪器本身存在误差。如仪器零点不准、天平砝码的标称质量不准等。
- 实验方法粗略。如验证机械能守恒定律实验中,忽略空气阻力对实验结果产生的影响。

(2) 系统误差的基本特点

在多次实验时,系统误差使实验结果总是具有相同的倾向性,即总是偏大或总是偏小。

减小系统误差的方法:完善实验原理,提高实验仪器的准确程度,设计更科学的实验方法。

(3) 偶然误差

偶然误差是由于各种偶然因素对实验者和实验仪器的影响而产生的。

(4) 偶然误差的特点

实验结果有时偏大,有时偏小,且偏大、偏小的机会相等。

减小偶然误差的方法:取多次实验的平均值作为实验结果。

注意:多次测量求平均值的方法不能减小系统误差。

2. 绝对误差和相对误差

(1) 绝对误差是测量值与真实值之差的绝对值。如某地重力加速度为 9.80 m/s^2 ,

用单摆测得该地重力加速度为 9.75 m/s^2 , 绝对误差为 $\Delta x = |9.75 - 9.80| \text{ m/s}^2 = 0.05 \text{ m/s}^2$ 。在直接用仪器测量某一物理量时, 提高测量仪器的精度是减小绝对误差的主要方法。

(2) 相对误差等于绝对误差 Δx 与真实值 x_0 之比, 一般用百分数表示, $\eta = \frac{\Delta x}{x_0} \times 100\%$ 。它反映了实验结果的准确程度。

引入绝对误差和相对误差两个概念是为了评价测量结果的优劣。绝对误差只能判别一个测量结果的精确度, 比较两个测量值的准确程度则必须用相对误差。例如, 用米尺测量长度为 100.00 cm 的摆线, 绝对误差为 1 mm ; 用螺旋测微器测直径为 0.500 mm 的导线, 绝对误差为 0.01 mm 。前者的相对误差 $\eta_1 = 0.1\%$, 后者的相对误差 $\eta_2 = 2\%$, 前者测量比后者准确。

二、有效数字

1. 有效数字的概念

测量的结果不可能绝对精确, 总会有误差, 测得的数值就只能是近似值。带有一位不可靠数字的近似值叫有效数字, 有效数字的最后一位是误差所在位。

(1) 有效数字的位数与小数点位置无关。如: 26.8 cm 与 2.68 cm 都是三位有效数字。

(2) 用以表示小数点位置的“0”不是有效数字。例如 1.35 cm 换成以毫米为单位时为 13.5 mm , 以米为单位时则为 0.0135 m , 这三种表示法完全等效, 均为三位有效数字。

当“0”不是用作表示小数点位置时, 0 和其他数码 1、2、… 具有同等地位, 都是有效数字。例如 1.0035 cm , 有效数字是 5 位; 1.0 cm , 有效数字是 2 位; 1.0000 cm , 有效数字是 5 位等。显然, 数据最后的“0”既不能随意加上, 也不能随意去掉。

(3) 对于小数值(如 0.000365)和大数值(如 380000), 为了准确地表示出有效数字的位数, 应采用科学记数法: 如 $0.000365 = 3.65 \times 10^{-4}$, $380000 = 3.8 \times 10^5$ (两位有效数字), 或 $380000 = 3.80 \times 10^5$ (三位有效数字)。

2. 测量仪器的读数规则

在测量中按有效数字规则读数, 测量仪器的读数规则是: 测量误差出现在哪一位, 读数就应读到哪一位。一般可根据测量仪器的最小分度来确定读数误差出现的位置。

(1) 最小分度为“1”的仪器, 测量误差出现在下一位, 下一位按十分之一估读。如最小分度是 1 mm 的刻度尺, 测量误差在毫米的十分位上, 应估读到十分之几毫米。

例如, 如图 1 所示, 用毫米刻度尺测一物体长度 $l =$

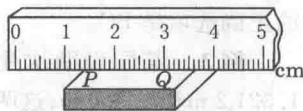


图 1

\overline{PQ} , 如 P 点位置的读数是 1.37 cm , Q 点位置的读数是 3.62 cm , 则

$$l = 3.62 \text{ cm} - 1.37 \text{ cm} = 2.25 \text{ cm}。$$

(2) 最小分度为“2”或“5”的仪器, 测量误差出现在同一位上, 同一位分别按二分之一或五分之一估读。例如: 选用量程为 $0 \sim 0.6 \text{ A}$ 的电流表, 最小分度为 0.02 A , 测量误差出现在 1 安培的百分位, 估读半小格, 不足半小格的略去, 超过半小格的按半小格估读。用量程为 $0 \sim 15 \text{ V}$ 的电压表, 最小分度为 0.5 V , 测量误差出现在伏的十分位上, 估读五分之几小格, 以伏为单位读数时, 十分位上的数字可能为 $0, 1, 2, \dots, 9$ 。

(3) 游标卡尺、秒表、电阻箱不需要估读。多用电表的欧姆档估读无意义。

对一个测量数值而言, 有效数字的多少, 往往能反映一些实际情况, 如测量时所用的仪器、测量的方法等。如 1.3500 cm 一定不是用米尺测量的, 可能是用螺旋测微器测的; 1.35 cm 可能是用毫米刻度尺测量的。所以我们要养成习惯, 在写下测量结果时, 最后一位是偶然误差所在的一位。看到他人写出的结果时也是这样理解。

【方法举例】

例 1 关于错误和误差, 下面说法正确的是()

- A. 错误是可以避免的, 而误差是不能避免的
- B. 错误是人为造成的, 而误差完全是测量工具的不精确造成的
- C. 认真操作可以避免错误, 但不能消除误差
- D. 采用多次测量取平均值的方法, 可以减小误差, 但不能消除误差

解析 在实验中因设计原理错误(不是不够完善)、违规使用仪器、实验条件不足所造成的测量偏差, 叫错误, 而不是误差。测量中误差是不能避免的, 误差不全是测量工具的不精确造成的。故正确选项是 ACD。

例 2 下列关于误差的说法正确的是()

- A. 测量误差太大, 便是错误
- B. 绝对误差大, 相对误差不一定大
- C. 相对误差越小, 说明测量越准确
- D. 相对误差越小, 对应的绝对误差一定越小

解析 根据定义, 相对误差 = $\frac{\text{绝对误差}}{\text{真实值}} \times 100\%$, 故只有在测量同一对象时, 真实值相同, 绝对误差、相对误差的大小才有关联, 否则两者的大小无直接关系。所以该题的正确选项是 BC。

例 3 某同学两次用不同的刻度尺测量同一张桌子的长度, 测量结果分别为 1.3212 m 和 1.320 m , 这两次测量结果有什么不同? 这两次所用测量工具有什么不同?

解析 两次测量结果的有效数字不同, 前者是 5 位有效数字, 后者是 4 位有效数

字,前者测量精确度较高。第一次测量值是 $1.3212\text{ m}=1\,321.2\text{ mm}$,所用刻度尺最小分度为毫米,第二次测量值是 $1.320\text{ m}=132.0\text{ cm}$,所用刻度尺最小分度为厘米。

基础训练

- 写出下列各测量数据的有效数字位数。
 - 长度: 1.342×10^3 毫米,有效数字位数_____;
 - 质量: 0.0030 克,有效数字位数_____;
 - 时间: 12.5 秒,有效数字位数_____;
 - 电压: 1.23 伏特,有效数字位数_____;
 - 温度: 52.2°C ,有效数字位数_____;
 - 电流: 0.0344 安培,有效数字位数_____。
- 用毫米刻度尺测量物体的长度,下列读数符合有效数字要求的是()

A. 1.502 m B. 1.6214 m C. 12.40 cm D. 4.30 mm
- 用一最小分度值为 0.01 mm 的螺旋测微器测一长度在 2 mm 至 3 mm 之间的某物体长度时,能读出几位有效数字? 用毫米刻度尺去测,有几位有效数字?
- 以 km 为单位记录的某次测量结果为 7.8 km 。若以 m 为单位记录这一结果,可写为()

A. $7\,800\text{ m}$ B. $7.8\times 10^3\text{ m}$ C. $78\times 10^3\text{ m}$ D. $7.80\times 10^2\text{ m}$
- 某物体的长度在 12 cm 至 13 cm 之间,若用最小刻度为毫米的刻度尺来测量该物体长度,记录的有效数字有_____位,其读数可准确到_____。

(二) 时间的测量

一、秒表

1. 秒表的表盘,如图2所示。表盘内有两个大小不同的圆周,大圆刻度盘上标有“0、5、10、15、20、25”等字样,表示秒针(长针)转动到相应位置时对应的秒数。秒针每转一圈,经历 30 s 时间,大圆周最小分度是 0.1 s 。小圆刻度盘上标有“0、5、10”或“3、6、9、12、15”等字样,均表示分针(短针)转动到相应位置时的分数,分针每转一圈,经历 15 min 时间,小圆周最小分度是 0.5 min 。

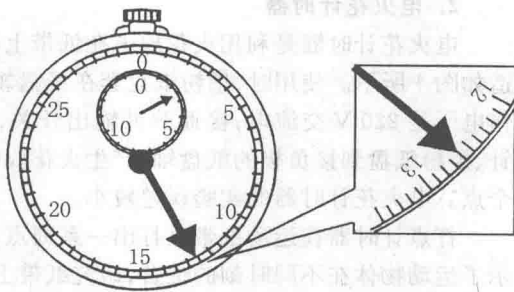


图2

2. 读数方法。所测时间超过 0.5 min

时,0.5 min 的整数倍由小圆刻度盘内分针所示的刻度读出,不足 0.5 min 部分由大圆刻度盘内秒针所指示刻度读出,两者之和即为所测量的总时间。例如图 2 所示秒表中,小圆刻度盘上指针所指刻度超过了 2.5 min 而不到 3 min,大圆刻度盘上指针所指位置为 12.6 s,故读数 $t = 2.5 \text{ min} + 12.6 \text{ s} = 162.6 \text{ s}$ 。

秒表是机械表,表针的运行是靠齿轮带动的,指针不可能停在两小格之间,所以不需要估读。因此 0.1 s 的位置应视为准确位。

二、打点计时器

1. 电磁打点计时器

电磁打点计时器的构造如图 3 所示,它是一种使用低压交流电源的计时仪器,工作电压为 4~6 V。当交流电源频率为 50 Hz 时,它每隔 0.02 s 打一个点,电磁打点计时器是利用电磁原理制成的。通电前,先在打点计时器上装纸带,并把复写纸压在纸带上,然后接通低压交流电源,这时振片被磁化,在永久磁铁作用下振动起来,每隔 0.02 s 振针压打复写纸一次,被运动物体拖动的纸带上便留下一系列点迹。

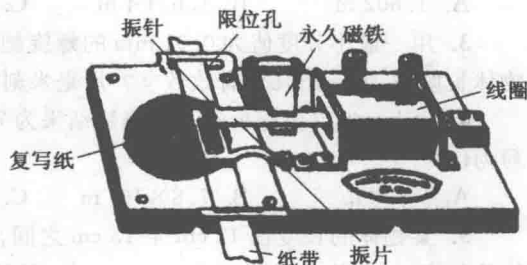


图 3

使用电磁打点计时器应注意:

(1) 纸带穿过限位孔,压在复写纸下面。

(2) 使用打点计时器时,由于接通电源后需经一段时间振动片的振动才会稳定,故在所有使用打点计时器的实验中,一般都要先接通电源,再释放纸带及物体。

(3) 使用电磁打点计时器,若纸带上打出的点不清晰,可调节振针,使其靠近复写纸,或更换复写纸;如果纸带上打出的点有拖痕(不是点而是短线),可调节振针,使振针与复写纸的距离适当增大。

2. 电火花计时器

电火花计时器是利用火花放电在纸带上打出小孔而显出点迹的计时仪器,它的构造如图 4 所示。使用时,墨粉纸盘套在纸盘轴上,并夹在两条白纸带之间,计时器的工作电压是 220 V 交流电,接通脉冲输出开关,计时器发出的脉冲电流经接正极的放电针、墨粉纸盘到接负极的纸盘轴,产生火花放电,在运动的纸带 1 上每隔 0.02 s 打出一个点。电火花计时器的实验误差较小。

打点计时器在运动纸带上打出一系列点,这些点记录了物体运动的时间,又相应表示了运动物体在不同时刻的位置,研究纸带上点迹之间的距离,就可以了解在不同的时间里,物体发生的位移和速度的大小及其变化,进而了解物体的运动情况。

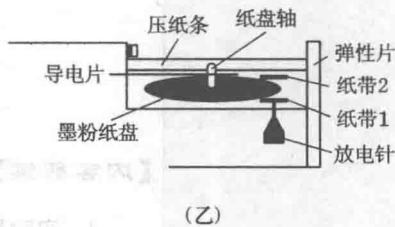
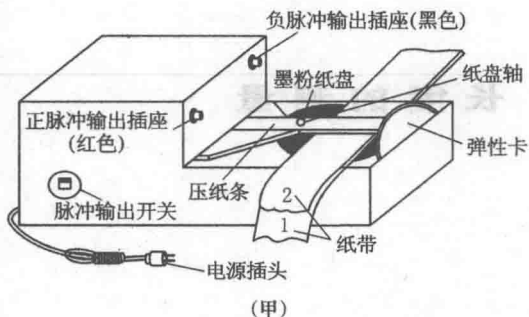


图 4

【方法举例】

例 1 某同学使用电磁打点计时器,接通电源,拉动纸带,但纸带打不上点,可能因为()

- A. 复写纸放反了
- B. 振针和复写纸距离过大
- C. 电源电压过低
- C. 纸带运动过快

解析 纸带打不上点的原因有:(1)振针打不到纸;(2)复写纸放反;(3)而电源电压过低使振片磁化程度过低,振幅变小,也使振针打不到纸。所以此题的正确选项是 ABC。

例 2 (2003 郑州)某同学在用打点计时器做测定匀变速直线运动的实验时,其开始时的装配图如图 5 所示,请找出错误与不妥之处。

解析 (1)打点计时器必须接交流电,而图上所接为直流电源,显然是个错误。(2)开始时,小车离定滑轮端太近,向前运动的余地太小,致使纸带上留下的计时点过少,且点间距离小,给测量带来不便,产生较大误差。(3)滑轮位置太低,致使砝码与小车之间的连线与木板接触,且线的拉力方向与板面不平行,阻力大,误差也大。这三点是实际操作中易忽视的,应予注意。

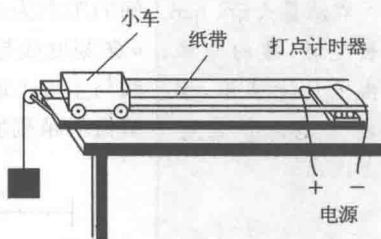


图 5

实验 1

长度的测量

【内容解读】

说明：

游标尺有三种规格，其精确度分别是 0.1 mm，0.05 mm 和 0.02 mm。

说明：

在测量大于 1 mm 的长度时，整的毫米数由主尺上读出，十分之几毫米从游标尺上读出。

1. 实验目的

练习正确使用刻度尺和游标卡尺测量长度；测量一段金属管的长度、内径和外径；测量一个小量筒的深度。

2. 实验原理

利用刻度尺测量长度时，由于刻度尺最小刻度为 1 mm，故测量结果只能精确到毫米。在更为精确的测量中，人们常使用游标卡尺和螺旋测微器。

如图 1-1 所示，10 分度的游标卡尺是将主尺上的 9 mm 均分为 10 等份，使得游标尺的每一分度与主尺的最小分度相差 0.1 mm。当游标尺上除零刻度线外的第一条刻度线与主尺上的 1 mm 刻度线对齐时，游标尺的零刻度线与主尺上的零刻度线之间的距离为 0.1 mm。依此类推，当游标尺上除零刻度线外的第 n 条刻度线与主尺上的 n mm 刻度线对齐时，游标尺上的零刻度线与主尺上的零刻度线之间的距离为 $n \times 0.1$ mm，从而使得测量值的精确度达到 0.1 mm。

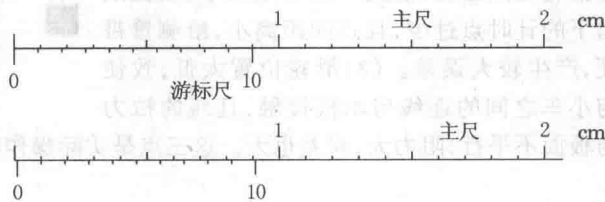


图 1-1

游标卡尺的构造如图 1-2 所示：

游标卡尺的主要部分是一条主尺和一条可以沿着主尺滑动的游标尺，也称游标。主要部分及其用途如下表所示。

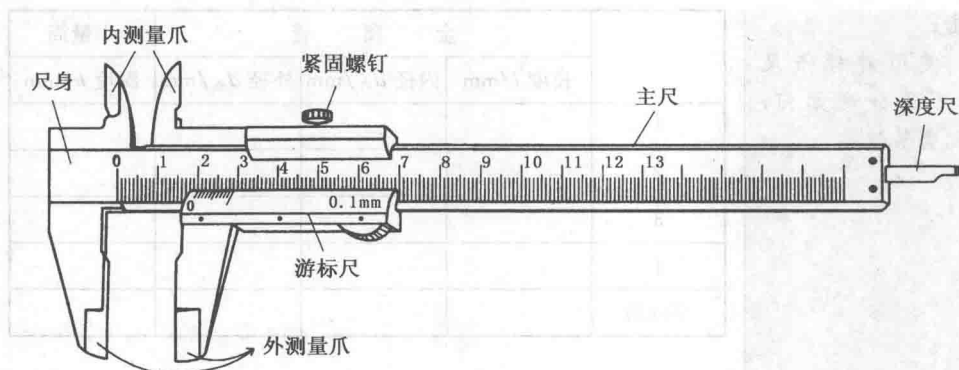


图 1-2

主要部件	用途
内测量爪	测量槽的宽度和管的内径
外测量爪	测量零件的厚度和管的外径
深度尺	测量槽和筒的深度

游标卡尺测量读数的通式为

$$d = \text{主尺读数}(\text{mm}) + \text{精确度}(\text{mm}) \times n (\text{游标尺上除零刻度线外的第 } n \text{ 条刻度线与主尺上的某条刻度线对齐})$$

3. 实验器材

刻度尺、游标卡尺、金属管、小量筒。

4. 实验步骤

(1) 用刻度尺测量金属管的长度，每次测量后把金属管绕轴转过约 45° ，再进行下一次测量，共测量四次。把测量的数据填入下面表格中，求出平均值。

(2) 用游标卡尺测量金属管的内径和外径。测量时先在管的一端测量两个方向互相垂直的内径(或外径)，再在管的另一端测量两个方向互相垂直的内径(或外径)，把测量的数据填入下面表格中，分别求出内径和外径的平均值。

(3) 用游标卡尺测量小量筒的深度，共测量四次，把测量的数据填入下面表格中，求出平均值。

说明：

主尺上离游标尺零刻度线最近的那条刻度线所对应的毫米数即为“主尺读数”。

实验 1 长度的测量