

LongMen

# 龙门 考题

高中物理

主 编 朱 浩

本册主编 朱 浩

# 物 理 实 验



龍門書局

龙门品牌·学子至爱  
www.longmenbooks.com

# 物理实验



## 高中物理

主 编 朱 浩

本册主编 朱 浩

龍 門 書 局  
北 京

**版权所有 侵权必究**

举报电话:(010)64031958;13801093426

邮购电话:(010)64034160

**图书在版编目(CIP)数据**

---

龙门专题:新课标.高中物理.物理实验/朱浩主编;朱浩  
本册主编. —北京:龙门书局,2011

ISBN 978-7-5088-3277-7

I. 龙… II. 朱… III. 物理课—高中—教学参考资料  
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 175353 号

---

责任编辑:马建丽 张路 刘婷/封面设计:耕者

**龙 门 书 局 出 版**

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

**北京龙兴印刷厂 印刷**

科学出版社总发行 各地书店经销

\*

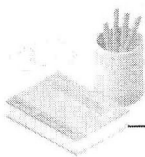
2011 年 8 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2011 年 8 月第一次印刷 印张:9 3/4

字数:351 000

**定 价: 18.00 元**

(如有印装质量问题,我社负责调换)



未名湖畔，博雅塔旁。

明媚的晨光穿透枝叶，懒散地泻落在林间小道上，花儿睁开惺忪的眼睛，欣喜地迎接薄薄的晨雾，最兴奋的是小鸟，扇动着翅膀在醒来的树林中叽叽喳喳地欢唱起来了。微风轻轻拂动，垂柳摇曳，舒展着优美的身姿，湖面荡起阵阵涟漪，博雅塔随着柔波轻快地翩翩起舞。林间传来琅琅的读书声，那是晨读的学子；湖畔小径上不断有人跑过，那是晨练的学子；椅子上，台阶上，三三两两静静坐着的，那是求索知识的学子……

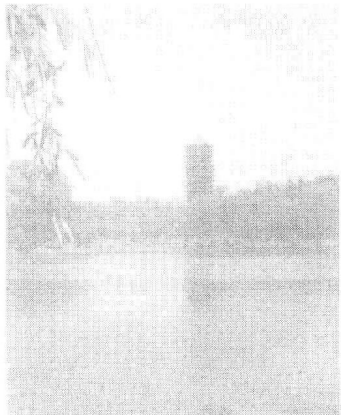
在北大，每个早晨都是这样的；在清华，每个早晨也是这样的；在复旦，在交大，在南大，在武大……其实，在每一所高校里，早晨都是一幅青春洋溢、积极进取的景象！

在过去几年时间里，我一直在组织北大、清华的高考状元、奥赛金牌得主，还有其他优秀的学子到全国各地巡回演讲。除去他们“状元”的光环，他们跟我们是那么的相似，同样的普通与平凡。

是什么成就了他们的“状元”梦想？

在来来往往带他们巡讲的路上，在闲来无事的聚会聊天过程中，我越来越发现，他们每个人都是一道独特亮丽的风景，都有一段奋斗不息、积极进取的历程，他们的成功，是偶然中的必然。

小朱，一个很认真、很可爱的女孩子，高中之前家庭条件十分优越，但学习一直平平。在她上高中前，家庭突遭变故，负债累累，用她妈妈的话说，“家里什么都没有了，一切只能靠你自己了”。她说自己只有高考一条路，只有考好了，才能为家里排忧解难。我曾经在台下听她讲自己刻苦学习的经历：“你们有谁在大



年三十的晚上还学习到深夜三点？你们又有谁发烧到 39 度以上还在病床上看书？……”那一年，她以总分 684 分成为了浙江省文科高考状元。

陆文，一个出自父母离异的单亲家庭的女孩，她说她努力学习的动力就是想让妈妈高兴，因为从小她就发现，每次她成绩考得很好，妈妈就会很高兴。为了给妈妈买一套宽敞明亮的房子，她选择了出国这条路，考托福，考 GRE，最后如愿以偿，被芝加哥大学以每年 6.4 万美金的全额奖学金录取为生物方向的研究生。

齐伟，湖南省高考第七名，清华大学计算机学院的研究生，被全球最大的软件公司 Microsoft 聘为项目经理；霖秋，北京大学数学学院的小妹，在坚持不懈地努力中完成了自身最重要的一次涅槃，昨天的她在未名湖畔徐步，今天的她已在千里之外的西雅图……

还有很多优秀的学子，他们也都有自己的故事，酸甜苦辣，很真实，很精彩。我有幸跟他们朝夕相处，默默观察，用心感受。他们的自信，他们的执着，他们的勤奋刻苦，尤其是他们的“学而得其法”所透露出来的睿智更让人叫绝，他们人人都有一套行之有效的学习方法，花同样的时间和精力他们可以更加快速高效。我一直在想：如果当年我也知道他们的这些方法，或许我也能考上清华或北大吧？

多年以来，我一直觉得我们的高考把简单的事情搞复杂了，学生们浪费了大量的时间和精力却收效甚微；多年以来，我们也一直在研究如何将一套优良的学习方法内化到图书中，让同学们在循序渐进



中轻松、快速地获取高分。这就是出版《龙门专题》的原因了。

一本好书可以改变一个人的命运！名校，是每一个学子悠远的梦想和真实的渴望。

《龙门专题》——走向名校的阶梯！

总策划 《龙门专题》策划组

2011 年 7 月



# 编委会

主 编：朱 浩

编委会成员：张一为 李小龙 吴曾希

江晓洁 刘 炜 陈 平

庄建芳 张凤娟 温卫国

魏金春 张丹彤 翟富兰

陈 强 丁忠平 孔竹清

# Contents

## 目录

基础篇 .....	1
第一讲 实验基础知识 .....	1
第二讲 长度和时间测量仪器 .....	7
第三讲 电路测量与控制仪器 .....	21
第四讲 研究速度随时间的变化规律 .....	38
第五讲 探究弹力和弹簧伸长的关系 .....	50
第六讲 验证力的平行四边形定则 .....	58
第七讲 加速度与物体质量、受力的关系 .....	65
第八讲 研究平抛物体的运动 .....	77
第九讲 验证机械能守恒定律 .....	87
第十讲 验证动量守恒定律 .....	100
第十一讲 单摆的周期与摆长的关系 .....	110
第十二讲 用油膜法估测分子的大小 .....	119
第十三讲 用描迹法画出电场中平面上的等势线 .....	123
第十四讲 决定导体电阻的因素 .....	130
第十五讲 描绘小灯泡的伏安特性曲线 .....	153
第十六讲 电流表改装为电压表 .....	169
第十七讲 测量电源的电动势和内电阻 .....	186
第十八讲 用多用电表探索黑箱内的电学元件 .....	207
第十九讲 练习使用示波器 .....	216
第二十讲 传感器的简单应用 .....	223
第二十一讲 测定玻璃的折射率 .....	236
第二十二讲 双缝干涉测光的波长 .....	243



综合应用篇 .....	252
第二十三讲 演示实验问题分析 .....	252
第二十四讲 物理实验的思想方法与数据处理 .....	265
第二十五讲 设计性物理实验 .....	276
第二十六讲 课题研究专题 .....	286



# 基础篇

## 第一讲 实验基础知识

### 课标要求

1. 学会正确使用的仪器主要有:刻度尺、游标卡尺、螺旋测微器、天平、秒表、电火花计时器或(电磁)打点计时器、弹簧测力计、温度表、电流表、电压表、多用电表、滑动变阻器、电阻箱等。

2. 认识到误差理论在实验中的重要性,了解误差概念,知道系统误差和偶然误差;知道用多次测量求平均值的方法减小偶然误差;能在某些实验中分析误差的主要来源;不要求计算误差。

3. 知道有效数字的概念,会用有效数字表达直接测量的结果.间接测量的有效数字运算不作要求。

#### 重点聚焦

基本仪器的正确使用。

### 知识点精析与应用

#### 1. 实验的地位和作用

物理学是一门以实验为基础的自然科学.在物理学中,每个概念的建立,每个定律的发现,无不依赖于其坚实的实验基础,实验的演示、验证及结果,为物理学的发展起到了巨大的推动作用.可以说,离开了物理实验,就没有物理学的发展.因此,做好物理实验,上好实验课能给学生以正确的物质观、时间观、宇宙观,能培养学生崇尚科学、崇尚理性、崇尚实践、追求真理的辩证唯物主义世界观.所以,物理实验是一门重要的基础课,是高中物理的一个重要组成部分.它在培养创新人才中发挥着其他课程不可替代的作用。

#### 2. 实验能力要求

高考一直十分注重对实验能力的考查.尽管高考限于笔试,难以直接考查到考生的实际动手操作能力,但高考命题工作在不断开拓实验考查的新思路,独具匠心的设计使实验试题尽量是实际实验环境的模拟,如考查实验器材的选取、仪表的读数、电学实验的连线、对实验数据的分析处理等,这些方面的考查都十分接近真实的实验操作。

近年来各省、市高考对实验的考查从命题形式上看,已从单一的一道试题变为一个实验大题,包含2~3个小题的形式,每个小题考查的内容完全不同.其中第1小题常为非电学题,相对比较简单,一般为测量仪器的读数,第2小题常为力学、电学题,相对难度较大,分值较高。

从命题内容上看:取材广泛,重点突出.力学、电学、光学以及热学均有涉及,且以电学实验为主.这些实验题有的是课本上经典的学生实验,更多的是“源于教材又高于教材”的创新题,侧重考查学生的综合素质和利用基本原理、方法进行创新的能力,力求达



到“只有动手做过实验才能得高分”的实验命题思想。

从能力要求上看:体现新课改的精神,重视“实践能力”的考查,不少实验题靠死记硬背、纸上谈兵是做不好的,必须亲自动手做过实验才能很好地回答相关问题;重视“迁移能力”的考查,重视考查实验思想、实验方法等综合实验素养和设计、创新等综合实验能力。

### 3. 实验内容考查

(1)对实验原理的考查.这类题目考查学生对实验原理的理解.例如平抛运动实验中,要保证斜槽导轨末端水平,就是要保证物体具有水平初速度;又如验证机械能守恒定律,从打出的纸带中选取第1、2两点间距约为2mm的纸带进行测量,是保证物体做自由落体运动,都是对实验原理的考查.有些对器材的选择,也是基于对实验原理的理解,如用稳恒电流场模拟静电场描述等势面的实验中对器材的选择。

(2)对实验步骤的考查.这是力图从实验的全过程来考查学生的实验能力和对物理知识的掌握程度.这类试题主要有:实验步骤的排序、实验步骤的补充、实验步骤的纠错等.解答这类问题,一种办法是根据实验原理、目的构想出合理的步骤,再结合试题叙述进行解答,以此分析先测什么量,先完成哪一步,判断试题叙述的步骤是否正确,进行排序、纠错、补漏.另一种办法,如果对实验过程较生疏,可以从试题叙述的步骤中进行分析,结合实验原理、目的、仪器的使用规则、有效数字等实验知识去进行判断、推理。

(3)实验操作题.实验题尽力想考查学生的实验技能,但高考又限于笔试,就只能出一些与实际操作相近的题目.这类试题有:电路实物连接、插针确定光路等,其形式主要有:根据电路图将实物连接成电路,根据实物图画出电路图、纠正连线错误、补充连线等.对电路实物连线题学生出错率非常高,应该加强这方面实际操作的训练和做这类习题的练习.虽然实验操作能力是正确答题的基础,把实际操作能力转化成解题能力并能在试卷上正确地表述出来,也是需要规范化的训练。

(4)数据的处理.列表法、图象法、函数关系法等数据处理的方法,高考试题都有出现.要能熟练地用公式表示出待求物理量与已测量物理量的关系,能够正确地利用实验数据画出物理量间的函数图象,并能利用图线进行外推,得出有关结论.要会正确地使用表中列出的数据和正确地记录实验数据。

(5)实验误差分析.近年来高考物理试题由单一、基本的形式向综合、高层次的方向发展,在考查实验知识的同时,更注重实验能力的考查,不仅考学生分组实验,也考演示实验,考查的范围是比较全面的.这显示出了实验教学的重要性,对实验教学提出了更高的要求.要加强物理实验教学,要加强对学生实验操作技能和实验能力的培养,要全面提高学生的科学素质,真正做到“三会一理解”:能在理解的基础上独立完成“知识内容表”中所列的实验,会用这些实验中学过的实验方法;会正确使用仪器;会分析数据得出结论。

### 4. 误差分析

测量值与真实值的差异叫做误差.从误差来源看可分为系统误差和偶然误差两种:系统误差的特点是:在多次重复同一实验时,误差总是同样地偏大或偏小.系统误差主要是由于实验原理不够完善(如伏安法测电阻时,电表内阻引起的误差)、实验仪器精度不够(如刻度尺比游标卡尺误差大)或实验方法粗略(如没考虑空气阻力和摩擦力的存在)而产生的.减小系统误差的方法有改善实验原理、提高实验仪器的测量精度、设计更精



巧的实验方法. 偶然误差总是有时偏大, 有时偏小, 并且偏大和偏小的机会相同. 减小偶然误差的方法有: 多进行几次测量, 求出几次测量的数值的平均值(相关物理量间为线性关系时, 往往利用图象, 用作出拟合直线的方法求平均值). 这个平均值比某一次测得的数值更接近真实值. 从分析数据看, 误差分为绝对误差和相对误差. 绝对误差: 绝对误差是测量值与真实值之差, 即绝对误差 = |测量值 - 真实值|. 绝对误差反映了测量值偏离真实值的大小. 相对误差: 相对误差 = 绝对误差 / 真实值, 常用百分数表示. 相对误差反映了实验结果的精确程度. 对于两个测量值的评估, 必须考虑其相对误差. 绝对误差大者, 其相对误差不一定大.

### 5. 有效数字

带有一位不可靠数字的近似数字, 叫做有效数字. 凡是用测量仪器直接测量的结果, 读数一般要求在读出仪器最小刻度所在位的数值(可靠数字)后, 再向下估读一位(不可靠数字), 这里不受有效数字位数的限制(游标卡尺例外, 不要求估读). 对于有效数字, 我们要注意:

(1) 有效数字是针对近似数字而言, 只能带有一位不可靠数字(最后一位), 不是位数越多越好.

(2) 有效数字位数是指, 从左往右数, 从第一个不为零的数字起, 数到右边最末一位估读数字为止, 其左边的“0”不是有效数字, 其右边的“0”是有效数字. 如 0.0456 是三位有效数字, 0.04560 是四位有效数字.

(3) 作为有效数字的“0”, 不可省略不写. 如不能将 0.450m 写成 0.45m, 因为它们的误差不相同, 0.450m 所用尺的最小刻度为厘米, 而 0.45m 所用尺的最小刻度为分米.

(4) 有效数字的位数与小数点的位置无关, 可以采用科学记数法来表示. 如  $0.0735\text{m} = 7.35 \times 10^{-2}\text{m}$ . 单位换算时有效数字位数也不能变, 如  $300.00\text{cm} = 3.0000\text{m}$ , 因为估读位不能变, 误差不能变.

(5) 间接测量的有效数字运算不作要求, 运算结果一般可用 2~3 位有效数字表示.

## 解题方法指导

**【例 1】** 什么叫绝对误差和相对误差? 引入绝对误差和相对误差的作用是什么?

**解答** 绝对误差 指测量值与真实值之差. 即绝对误差  $(\Delta N) = |\text{测量值}(N) - \text{真实值}(N_0)|$ . 它反映了测量值偏离真实值的程度, 可以用来衡量一个测量结果的精确度, 但不能比较两个测量结果的精确度的高低. 如: 用米尺测量金属导线的长度为 100.00cm, 绝对误差为 2mm; 同时用螺旋测微器测得金属导线的直径为 0.400mm, 绝对误差为 0.010mm. 两个测量结果相比, 前者绝对误差是后者的 200 倍, 粗看起来后者测量精确度比前者高, 其实两个绝对误差只能反映各自测量的精确度, 而不能比较两者精确度的优劣. 因为绝对误差 2mm 只不过是金属导线本身长度 100.00cm 的 0.2%, 而绝对误差 0.010mm 是金属导线直径 0.400mm 的 2.5%. 所以两个测量结果, 前者要比后者精确. 为了比较两个测量结果的精确度, 要引入相对误差的概念.

相对误差是指绝对误差与待测量的真实值之比. 即



$$\text{相对误差}(\eta) = \frac{\text{绝对误差}(\Delta N)}{\text{真实值}(N_0)} \times 100\%$$

一般情况下,待测量的真实值是不知道的,实际计算时常用多次测量的平均值来代替真实值.即相对误差 $(\eta) = \frac{\text{绝对误差}(\Delta N)}{\text{测量平均值}(N)} \times 100\%$ .相对误差(又叫百分误差)反映了实验结果的精确程度.对于两个测量值的评估,必须比较其相对误差,绝对误差的大小并不决定相对误差的大小.

### [例2] 什么叫测量的精密度、准确度、精确度?

**解答** 弄清测量的精密度、准确度、精确度概念对实验操作大有帮助.

(1)测量的精密度.指对某一量测量时,各次测量的数据大小彼此接近的程度.如果多次测量的数据比较集中,比较接近,说明测量的精密度高,测量的偶然误差较小,但它不能反映系统误差对测量结果的影响.

(2)测量的准确度.指测量数据的平均值偏离真实值的程度.如果测量的平均值与真实值偏离较小,说明测量的准确度高,测量的系统误差较小,但它不能反映偶然误差的大小.

(3)测量的精确度.指测量数据集中于真实值附近的程度.如果测量的平均值接近真实值,且各次测量的数据又比较集中,说明测量得既准确又精密,称之为测量的精确度高,测量的系统误差和偶然误差都比较小.因此精确度是对测量的系统误差和偶然误差的综合评价.

**[例3]** 甲、乙两同学分别测量100m的跑道长度和高度约为2m的跳高横杆离地面的高度.已知甲多次测跑道的平均绝对误差为4cm,乙多次测跳高横杆高度的平均绝对误差为1cm.问甲、乙两同学哪一个的测量准确度高?哪位同学测量的精密度高?

**解答** 甲同学的测量绝对误差为4cm,乙同学测量的绝对误差为1cm,乙同学测量的绝对误差较小,因此乙同学的测量精密度较高,而测量的准确度要根据相对误差的大小来进行比较,甲测跑道的相对误差为 $\eta_1 = \frac{\Delta L}{L} = \frac{0.04\text{m}}{100\text{m}} \times 100\% = 0.04\%$ .乙测跳高横

杆高度的相对误差为 $\eta_2 = \frac{\Delta h}{h} = \frac{0.01\text{m}}{2\text{m}} \times 100\% = 0.5\%$ .

测跑道的准确度比测横杆高度的准确度高.

### 基础达标演练

- 下列关于误差的说法正确的是 ( )
  - 绝对误差相同,相对误差一定相同
  - 绝对误差大,相对误差不一定大
  - 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
2. 关于误差及错误,下列说法正确的是 ( )
- A. 测量值误差太大,便是错误  
B. 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  
C. 错误是人为造成的,而误差是测量工具的不精密造成的  
D. 误差时大时小,因而造成实验中产生错误
3. 用同一个刻度尺去测量两个不同长度的物体时,下列说法中正确的是 ( )
- A. 测量较长的物体产生的绝对误差较大  
B. 测量较短的物体产生的绝对误差较大  
C. 测量较长的物体产生的相对误差较大  
D. 测量较短的物体产生的相对误差较大
4. 某同学测量两个物体的质量,测量的结果分别为 1.00g 和 100.00g 两测量值的绝对误差都为 0.01g,问:哪次测量可靠性更大?
5. 某工人用毫米刻度尺对一根短棒进行 5 次测量,测量值分别为 2.32cm、2.34cm、2.36cm、2.33cm、2.35cm,那么该工人测量结果的相对误差是多少?
6. (2010 年江苏省赣榆一中模拟题)(1)物理实验中,误差分为系统误差和偶然误差,通常用\_\_\_\_\_方法来减小偶然误差。  
(2)某游标卡尺的主尺的最小分度为 1mm,游标卡尺上有 10 个等分刻度,总长为 9mm,游标卡尺上每一个等分刻度的长度是\_\_\_\_\_mm,用这种游标卡尺测量时,可以精确到\_\_\_\_\_mm.若其最末一个刻度与主尺的 44mm 刻度对齐,则所测长度是\_\_\_\_\_mm.游标卡尺的第五条刻度线所对应的主尺刻度为\_\_\_\_\_mm.
7. (2010 年贵州省兴义市清华实验学校模拟题)某同学在利用单摆测重力加速度的实验中发现测得的重力加速度大于标准值,其原因可能是 ( )
- A. 所用摆球质量太大  
B. 铁架台的底座有磁性物质,其对小球有磁场引力  
C. 测  $N$  次全振动时间时,把  $N$  次误读作  $(N+1)$  次  
D. 以摆线长加上小球直径作为摆长,代入公式
8. (2010 年合肥一六八中学模拟题)在《探究功与物体速度变化的关系》实验中,下列说法正确的是 ( )
- A. 小车在橡皮筋的作用下弹出,橡皮筋所做的功可根据公式:  $W=FL$  算出.  
B. 进行试验时,必须先平衡摩擦力.  
C. 分析正确实验所打出来的纸带可判断出:小车先做匀加速直线运动,再做匀速直线运动,最后做减速运动.  
D. 通过实验数据分析得出结论:  $W$  与  $v^2$  成正比
9. (2010 年福建省三明一中模拟题)在研究“共点力的合成”的实验中,如图 1-1 所示,使  $B$  弹簧秤由图示位置开始顺时针缓慢转动,在这个过程中保持  $O$  点位置不变和  $A$  弹簧秤拉伸方向不变,则在整个过程中关于  $A$  和  $B$  两弹簧秤的读数变化是 ( )

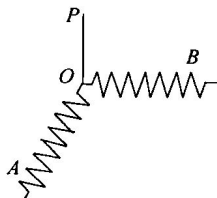


图 1-1



- A. A 的读数增大, B 的读数减小  
 B. A 的读数减小, B 的读数增大  
 C. A 的读数减小, B 的读数先增大后减小  
 D. A 的读数减小, B 的读数先减小后增大

10. (启东市 2009 届高三第一次调研测试题)某同学在探究摩擦力的实验中采用了如图 1-2 所示的操作,将一个长方体木块放在水平桌面上,然后用一个力传感器对木块施加一个水平拉力  $F$ ,并用另外一个传感器对木块的运动状态进行监测,下表是其记录的实验数据.木块的重力为  $10.00\text{N}$ ,重力加速度  $g=9.80\text{m/s}^2$ ,根据表格中的数据回答下列问题(答案保留 3 位有效数字).

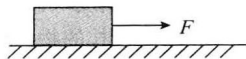


图 1-2

实验次数	运动状态	水平拉力 $F/\text{N}$
1	静止	3.62
2	静止	4.00
3	匀速	4.01
4	匀加速	5.01
5	匀加速	5.49

- (1)木块与桌面间的最大静摩擦力  $F_{m}$  \_\_\_\_\_ N;  
 (2)木块与桌面间的动摩擦因数  $\mu$  = \_\_\_\_\_ ;  
 (3)实验次数 5 中监测到的加速度  $a$  = \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ .

11. 为了“探究碰撞中的不变量”,小明在光滑桌面上放有 A、B 两个小球. A 球的质量为  $0.3\text{kg}$ ,以速度  $8\text{m/s}$  跟质量为  $0.1\text{kg}$ 、静止在桌面上的 B 球发生碰撞,并测得碰撞后 B 球的速度为  $9\text{m/s}$ ,A 球的速度变为  $5\text{m/s}$ ,方向与原来相同.根据这些实验数据,小明对这次碰撞的规律做了如下几种猜想:

[猜想 1]碰撞后 B 球获得了速度, A 球把速度传递给了 B 球.

[猜想 2]碰撞后 B 球获得了动能, A 球把减少的动能全部传递给了 B 球.你认为以上的猜想成立吗?若不成立,请你根据实验数据,通过计算说明,有一个什么物理量,在这次的碰撞中, B 球所增加的这个物理量与 A 球所减少的这个物理量相等?

## 答案与提示

1. B、C  
 2. B

3. D 提示:因为用同一个刻度尺测量两个不同长度的物体时,刻度尺的最小分度不变,测量时的绝对误差与物体的长短没有对应关系,绝对误差有可能相同,而相对误差 =  $\frac{\text{绝对误差}}{\text{物体的真实长度}}$ ,显而易见,物体的真实长度大,相对误差就小,反之相对误差就大.
4. 后者比前者可靠性更大.虽然两个测量结果的绝对误差都为  $0.01\text{g}$ ,但前者误差是测量值的  $1\%$ ,后者误差是测量值的  $0.01\%$ ,即后者相对误差小.



5. 0.5% 提示:因为短棒的真实长度不知,在处理这类问题时,常常是将多次测量数值的平均值作为真实值处理,故5次测量短棒平均长度为:

$$L = \frac{2.32 + 2.34 + 2.36 + 2.33 + 2.35}{5} = 2.34(\text{cm})$$

每次绝对误差又用每次的测量值与测量平均值的差值(又叫偏差)的绝对值来表示,5次测量的平均绝对误差  $\overline{\Delta L} = \frac{|\Delta L_1| + |\Delta L_2| + |\Delta L_3| + |\Delta L_4| + |\Delta L_5|}{5}$

6. (1)多次测量取平均值 (2)0.9 0.1 35.0 39.5

7. BCD

8. BD

9. D

10. (1)4.01 (2)0.401 (3)1.45

11. 不成立,  $\Delta v_A \neq \Delta v_B$ ;  $\Delta E_{kA} \neq \Delta E_{kB}$ ;  $\Delta p_A = \Delta p_B$ ;

## 第二讲 长度和时间测量仪器

### 课标要求

学会正确使用的仪器主要有:刻度尺、游标卡尺、螺旋测微器、天平、秒表、电火花计时器或(电磁)打点计时器、弹簧测力计等.测量是实验的核心问题,正确使用仪器是最基本的要求.

#### 重点聚焦

上述各种实验仪器的工作原理.

### 知识点精析与应用

#### 1. 刻度尺

刻度尺又称米尺,常用米尺的最小刻度为1mm,量程不等.用刻度尺测量物体的长度时要注意以下几点:①要使刻度尺的刻度线紧贴被测物,眼睛应正对刻度线读数,以避免视差.②用零刻线在端头的刻度尺测量时,为了防止因端头磨损而产生误差,常选择刻度尺的某一刻度线为测量起点,测量的长度等于被测物体的两个端点在刻度尺上的读数之差.③mm以下的数值靠目测估读一位,至最小刻度值的1/10.④测量精度要求高时,要进行重复测量后取平均值.

#### 2. 游标卡尺

##### (1)构造及用途

游标卡尺的构造如图2-1所示.其主要部分为一根主尺 $a$ 和一个套在主尺上可以沿着主尺滑动的游标尺 $b$ .还有附在两个主要部分上的其他部件:①内测脚(也称上爪) $e$ :用来测量槽的宽度和管的内径.②外测脚(也称下爪) $d$ :用来测量零件的厚度和管的外径.③窄片 $c$ :固定在游标尺上,用来测量槽、孔和筒的深度.④固定螺丝 $f$ :读数时,为了防止





游标尺的挪动,旋紧  $f$  可使游标尺固定在主尺上。

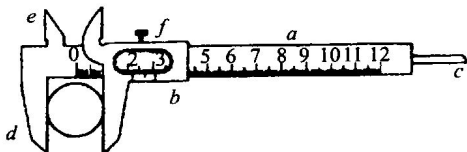


图 2-1

## (2) 注意事项

①对游标卡尺的末位数不要求估读,如遇游标尺上的刻线与主尺刻线未对齐的情况,应选择游标尺的某条刻线与主尺一条刻线靠得最近的一条线读数.有效数字的末位与游标卡尺的准确度对齐,不需要在有效数字末位补“0”表示游标卡尺的分度值.②被测物不可在钳口间移动或压得太紧,以免损坏钳口.③被测物上测量距离的连线必须平行于主尺,以减小不必要的误差.④读数时,在测脚夹住待测物后应适当旋紧固定螺丝,以免游标尺在主尺上移动.⑤使用游标卡尺应防止撞击,不允许测量脏物或毛坯工件,以免损伤测脚.

## (3) 游标卡尺的读数原则

游标卡尺的种类很多,但其设计原理和读数原理基本相同,设计时一般是游标尺上  $n$  条刻线的总长度与主尺上  $(n-1)$  条刻线的总长度相等,如果游标尺的分度值为  $x$ ,相应主尺上的分度值为  $y$ ,则有

$$nx = (n-1)y \quad ①$$

由①式可得游标尺与主尺两者分度值之差为

$$k = y - x = \frac{y}{n} \quad ②$$

我们把  $k = \frac{y}{n}$  叫做游标卡尺的精确度,简称为精度,其值由游标尺的刻线数和主尺上的分度值  $y$  决定.一般来说,主尺上的分度值长度  $y = 1\text{mm}$ ,当  $n = 10$  时,其精度为  $0.1\text{mm}$ ,当  $n = 20$  时,其精度为  $0.05\text{mm}$ ,当分度数  $n = 50$  时,其精度为  $0.02\text{mm}$ .实际使用中的游标卡尺只有精度为  $0.05\text{mm}$  和  $0.02\text{mm}$  两种,一般中学实验室里使用的多为  $50$  分度游标尺.精度为  $0.02\text{mm}$ .至于游标尺的估读,中学物理课本在介绍  $10$  分度游标卡尺时,没有要求,对游标卡尺的估读也不在高考的考查之列.

## 3. 螺旋测微器

### (1) 主要构造

螺旋测微器主要部分为测微螺杆  $P$ 、固定框架  $F$ 、旋钮  $K$ 、微调旋钮  $K'$ 、精密螺纹套  $G$ 、测砧  $A$ 、刻度  $G$  与框架  $F$  固定,旋钮  $K$ 、微调旋钮  $K'$  与可动刻度  $H$ 、测微螺杆  $P$  连在一起,通过精密螺纹套在  $G$  上.构造如图 2-2 所示.



图 2-2

### (2) 制作原理

由构造图可知,精密螺纹套套在固定刻度套上,如果旋转螺纹套  $G$ ,测微螺杆就在水平方向上作前进或后退的直线运动,精密螺纹的螺距为  $0.5\text{mm}$ ,如果螺纹套每旋转一