

SHI YAN

掌握一种学习方法 比做100道题更重要!

高中

物理实验

大全



编者 韩怀君



山西教育出版社

SHI YAN

高中

物理实验

大全

编 者 韩怀君

山西教育出版社

图书在版编目(C I P)数据

高中物理实验大全/韩怀君编. —太原:山西教育出版社,
2004.7

ISBN 7-5440-2763-5

I.高… II.韩… III.物理课-实验-高中-教学参
考资料

IV.G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 032419 号

山西教育出版社出版发行

(太原市迎泽园小区 2 号楼)

太原市海泉印刷有限公司印刷 新华书店经销

2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月山西第 1 次印刷

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:7.75

字数:194 千字 印数:1—10000 册

定价:9.00 元

前 言

物理学是自然科学和高新技术的重要基础，是一门以实验为研究基础的科学。在自然界中存在有各种各样的物理现象，人们把在生产实践中所观察的物理现象，在实验室中利用实验工具进行反复研究，这就是物理实验。通过物理实验，从所观察到的物理现象的感性知识中，概括和总结出物理学的规律性知识，从而获得物理学的理性知识，这就成为物理学的理论。

物理学的发展史表明：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，对物理学的发展起到了巨大的推动作用。人类的物理知识来源于实践，来源于科学实验的实践。因此，可以说，没有物理实验就没有物理学本身。通过物理实验，人们可以验证或充实已有的物理学理论。

观察物理现象，做物理实验，是研究物理学问题的最基本、最重要的方法。物理学的实验方法在物理学中具有十分重要的意义。要研究和学习物理学知识，必须了解和掌握物理实验的方法。

学习物理知识的过程，与人类探索研究物理知识的过程相似。因此，物理实验在物理教学中同样具有十分重要的意义。通过做好物理实验，可以使学生直观形象地观察物理现象，获得直接的知识，能更加深刻理解所学知识，并能在实践中灵活运用，解决实际的具体问题，同时还能培养学生崇尚科学、追求真理的辩证唯物

主义世界观。所以物理实验是高中物理的重要组成部分,它在培养新型人才中发挥着其他课程无法替代的作用。

同样,在高考中物理实验题型也占据了相当的比重。

1. 全国高校招生物理科《考试说明》中将“实验能力”确定为高考考核的五项能力要求之一。具体要求概括为“一能三会”,即:能在理解的基础上独立完成“知识内容表”上所列实验,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器材;会观察、分析实验现象,处理实验数据,并得出结论。

2. 按考纲的规定,实验占分比例为全卷总分的 13%,根据对 1990~2001 年高考试题的统计,实验题实际占分比例为 16%。上海高考题实验部分的占分比例更是高达 20%。随着高考改革的不断深入,对考生的能力和素质要求的不断加强,实验部分的考查比重(包括赋分)必将逐渐增高。

本书具有以下特点:

一、与新教材、新考纲相配套

本书在编写过程中收入了教育部最新高中物理教材及 2002 年高考考纲中要求的所有实验,帮助高三的同学有针对性地进行复习,同时也是高一、高二同学学习中的好帮手、好老师。

二、抓住基本、力求创新

本书用大量的篇幅介绍了基本的实验理论,实验仪器的构造、原理及使用方法,学生分组实验的原理、步骤及注意事项等,通过详尽的分析说明加上典型的例题、具有针对性的习题,使学生能够打下扎实的基础。然后介绍了物理学中设计实验的构成和解决的方法,力求学生能够有所突破、创新。

三、强调学科间的联系

高考制度的改革将物理、化学、生物这三门学科紧密地联系在一起,为了适应新的高考,本书专门用一章的篇幅介绍了物理与化学、物理与生物跨学科综合实验题的解题方法,想必对广大考生有

很大的帮助。

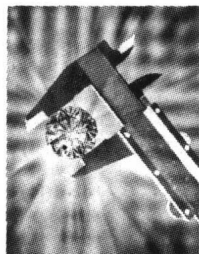
四、将现代科技引入到实验学习中

计算机技术在教学中的使用极大地提高了教学效率,同样它在实验教学中也具有不可忽视的作用,使用得当,可以起到事半功倍的作用。本书介绍了一款对学生学习、复习实验非常有帮助的教学软件的使用方法,期望学生能从中举一反三,使高新技术服务于学习。

本书在编写过程中,枣庄三中(东校)物理实验室的全体老师给予了大力的帮助,在此向他们,特别是刘淑秀老师表示衷心地感谢。

鉴于物理实验本身的突出地位,内容上的包罗万象,本书中又收入了大量的新实验、设计实验和综合实验,加上作者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请不吝指正。

——编者



目 录

第一章 常用物理实验仪器

1. 误差	1
2. 有效数字和读数	4
3. 刻度尺	6
4. 游标卡尺	9
5. 螺旋测微器	14
6. 秒表	17
7. 打点计时器	19
8. 直流电流表和直流电压表	22
9. 多用电表	26
10. 滑动变阻器和电阻箱	29
11. 天平和弹簧秤	35
12. 温度表和气压计	43

第二章 力学实验

1. 长度的测量	49
2. 验证力的平行四边形定则	53
3. 练习使用打点计时器	58
4. 研究匀变速直线运动	62
5. 验证牛顿第二定律	68
6. 研究平抛物体的运动	73
7. 验证动量守恒定律	79
8. 验证机械能守恒定律	84



9. 探索弹力和弹簧伸长的关系 89
10. 用单摆测定重力加速度 91

第三章 电学实验

1. 用描迹法画出电场中平面上的等势线 97
2. 描绘小电珠的伏安特性曲线 101
3. 测定金属的电阻率 104
4. 把电流表改装为电压表 110
5. 研究闭合电路的欧姆定律 114
6. 测定电源的电动势和内阻 117
7. 研究电磁感应现象 123
8. 练习使用示波器 128
9. 用多用电表探索黑箱内的电学元件 134
10. 传感器的简单应用 139

第四章 热学和光学实验

1. 用油膜法估测分子的大小 144
2. 测定玻璃的折射率 147
3. 用双缝干涉测光的波长 152

第五章 设计型实验及演示实验

1. 设计型实验概述 156
2. 力学设计型实验 159
3. 电学设计型实验 165
4. 光学和热学设计型实验 171

第六章 物理和化学、生物综合实验

1. 综合实验知识点评 176
2. 物理与化学的综合实验 177
3. 物理与生物的综合实验 183

第七章 计算机辅助教学在物理实验学习中的应用

- 188



第八章 物理高考实验类型题型特点	
.....	200
第九章 高考、会考、竞赛物理实验试题	
试卷 1	210
试卷 2	216
试卷 3	221
参考答案	226

第一章 常用物理实验仪器



1 误差

一、误差

在任何—个物理量的测量中,由于实验设计、实验仪器和观察者的限制,测量结果不可能是所测量值的真实值,而只能是某种程度的近似值.我们将测量值与真实值之间的差异称为误差.误差存在于一切测量之中,而且贯穿测量过程的始终.实验中,误差是不可避免的,但可以减小.

二、误差的分类

◆ 1. 按误差的性质和来源划分,可分为系统误差和偶然误差.

(1) 系统误差:在实验仪器、实验方法、实验环境及测量者均相同的情况下,对同一物理量进行多次重复测量,各次的测量结果总是有规律地朝着某一方向偏离真实值,即总是偏大或偏小,这种误差叫系统误差.

① 系统误差的特点:在多次重复同一实验时,误差总是同样地偏大或偏小,不会出现这几次偏大而另几次偏小的情况.例如,一些仪器在使用时没有调零,使每次测量读数时,其结果总是偏大或偏小.

② 系统误差产生的原因:实验仪器本身不精确,实验方法不严谨,实验原理有缺陷等.

③ 减小系统误差的方法:校准测量仪器,选择恰当的仪器,完善实验原理等.

(2) 偶然误差:由于偶然因素的影响,造成测量结果对真实值



的偏差有时偏大,有时偏小,在一定数值范围内无规则起伏,这种误差称为偶然误差.

①偶然误差的特点:多次重做同一实验,各次测量结果不一致,有时偏大,有时偏小,并且偏大和偏小的机会均等,即出现的概率相同.

②偶然误差产生的原因:实验过程中遇到的无法预测、无法控制的偶然因素对实验者或实验仪器的影响而引起的.如温度的变化,实验者读数时的偶然性等等.

③减小偶然误差的方法:多进行几次测量,求出几次测量的数值的平均值作为最后的测量结果.

◆2. 按分析的数据来划分,可分为绝对误差和相对误差.引入绝对误差和相对误差是为了评价测量结果的好坏.

(1)绝对误差:指测量值与真实值之差的绝对值,它反映了测量值偏离真实值大小的程度.

(2)相对误差:绝对误差与待测量的真实值之比称为相对误差.相对误差反应了实验结果的精确程度,对于两个测量值的精确程度的评价,必须比较其相对误差,而不应该用它们的绝对误差来比较,相对误差较小的精确程度较高,绝对误差的大小并不决定相对误差的大小.

设某物理量的真实值为 A_0 , 测量值为 A , 则绝对误差为 $\Delta A = |A - A_0|$, 相对误差为 $\eta = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\% = \frac{A - A_0}{A_0} \times 100\%$.

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.

三、典型例题

例 某同学用螺旋测微器对一根金属丝的直径进行了六次测量,测量结果分别为 1.310mm, 1.311mm, 1.312mm, 1.308mm, 1.313mm, 1.309mm, 那么该同学测量结果的相对误差是多少?

解析 由于物体直径的真实值不知道,在处理这类问题时,常常是利用

将多次测量的平均值作为真实值来处理,即金属丝的平均直径为:

$$\bar{d} = \frac{(1.310 + 1.311 + 1.312 + 1.308 + 1.313 + 1.309) \text{ mm}}{6} = 1.3105 \text{ mm}.$$

每次的绝对误差可以利用每次的测量值与该平均值之差的绝对值来表示,然后再求平均值得到总的绝对误差

$$\begin{aligned} \Delta d &= \frac{\Delta d_1 + \Delta d_2 + \Delta d_3 + \Delta d_4 + \Delta d_5 + \Delta d_6}{6} \\ &= \frac{|1.310 - 1.3105| + |1.311 - 1.3105| + |1.312 - 1.3105| + |1.308 - 1.3105| + |1.313 - 1.3105| + |1.309 - 1.3105|}{6} \\ &= 0.0015 \text{ mm}. \end{aligned}$$

$$\text{所以, 相对误差 } \eta = \frac{\Delta \bar{d}}{\bar{d}} \times 100\% = \frac{0.0015}{1.3105} \times 100\% = 0.11\%.$$

点评: 求解单个测量值和求解所有测量值的相对误差是不太相同的, 整个测量值的相对误差要求平均值.

考点试题

1. 关于误差, 下列说法中正确的是 ()
 - A. 认真测量可以避免误差
 - B. 误差就是实验过程中产生的错误
 - C. 采用精密仪器、改进实验方法可以消除误差
 - D. 实验中产生误差是难免的, 但可以想办法尽量减小误差
2. 某同学测量两个物体的质量, 测量的结果分别为 10.00g 和 100.00g, 两测量值的误差均为 0.01g, 则哪一次测量的可靠性大?
3. 关于误差, 下列说法中正确的是 ()
 - A. 绝对误差相同, 相对误差一定相同
 - B. 绝对误差大, 相对误差一定大
 - C. 相对误差越小, 说明测量越准确
 - D. 相对误差越小, 说明对应的绝对误差一定越小

2

有效数字与读数

一、有效数字

在物理实验的测量中,无论使用任何准确度高的仪器进行测量,所得结果与真实值总有差别,是近似数.例如,用毫米刻度尺测量出来的结果是 23.5mm,最末一位数字“5”是估计出来的,是不可靠数字,但是仍有意义,仍要写出来.这种带有一位不可靠数字的近似数据叫有效数字.有效数字的最后一位是测量者估读出来的,因此这一位数字是不可靠的,也是误差所在位.有效数字的基本涵义:

◆1. 经过某种仪器测量得到的数据,也就是把测量结果中可靠的几位数字加上估读的一位数字统称为测量结果的有效数字.但完全脱离了测量过程的自然数据,或抽象化了的数学命题中的某些数据都不叫有效数字.如东西的个数、实验的次数等是准确数,如 2 个人,3 辆车中的“2”和“3”都不叫有效数字,而是确定的准确数.

◆2. 是以某种精确度反映被测量物理量数值大小的近似数.任何一个有效数字都包含有一位估读得到的不可靠数字,而不是被测量物理量的真实值,正是这样一位不可靠数字体现了有效数字的基本特征.

二、有效数字位数的确定方法

◆1. 从左边第一个不为零的数字起,数到右边最末一位估读数字为止,包括末位为零的数字都是有效数字.

◆2. 有效数字的位数与小数点的位置无关.

◆3. 有效数字可以用科学记数法来表示,但乘方不算有效数字.如 $0.0735\text{cm}=7.35\times 10^{-2}\text{cm}$,有三位有效数字.而 1000m 、 $1\times 10^3\text{m}$ 及 $1.0\times 10^3\text{m}$ 所表示的有效数字的位数是不同的,第一个为 4 位,第二个为 1 位,第三个为 2 位.同时所表示的意义也不同,即估读

位不同,测量仪器的最小刻度也不同.

◆4. 作为有效数字的“0”,不可省略不写,也不可随意添加.

三、有效数字的运算法则

在实际问题中,很多数据不是直接测量得到的,而是通过将直接测量的值运算得到的间接测量值,因此要保证测量结果的准确度必须通过有效数字的运算来保证.

◆1. 加减运算

几个含有有效数字的数量相加或相减时,首先将各量的小数点对齐,以各量中小数点后位数最少的一个为基准,将其余各量按四舍五入法则简化至该基准量最后一位所在位的后一位为止.加减后再将计算结果按四舍五入法则简化至该基准量最后一位所在位,则计算结果的有效数字即可得出.

◆2. 乘除运算

几个含有有效数字的数量相乘除时,所得的有效数字的位数与各参与运算量的有效数字位数最少的一个相同.

◆3. 如果一次运算后不是最终结果,则在计算过程中要多保留一位.

四、测量仪器的读数规则

测量误差出现在哪一位,读数就相应读到哪一位.直接测量中读出的测量值的有效数字的最后一位要与读数误差所在的一位对齐.中学阶段一般可根据测量仪器的最小分度值来确定误差出现的位置,对于常用的仪器可按下述方法读数:

◆1. 凡是最小刻度是 10 分度的,测量误差出现在下一位,下一位按十分之一估读,即读到最小刻度后再往下估读一位(估读的这位是不可靠数字).例如:毫米刻度尺、3V 量程的电压表和 3A 量程的电流表等.

◆2. 凡是最小刻度不是 10 分度的,测量误差出现在同一位,只要求读到最小刻度的这一位,不再往下估读.读该位时,估读半小格,不足半小格的舍去,超过半小格的按半小格估读.例如:0.6A



量程的电流表和 15V 量程的电压表等等。

3. 由测量工具能直接读出最小分度的准确数,即有效数字末位与精度对齐的数字,不需要估读,也不需要另在有效数字末位补“0”来表示最小分度值,如游标卡尺、秒表和电阻箱等。

五、典型例题

例 在有效数字中,2.7,2.70,2.700 的含义是否相同?

解析 不相同,因为它们分别代表一位、二位、三位有效数字,数 2.7 表示最末一位“7”是不可靠的,而 2.70 和 2.700 则表示最末一位“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。

考点试题

1. 如果 9.5cm 和 9.50cm 是用刻度尺测量长度时记录的数据,其含义有什么不同?

2. 使用几种测量仪器得到下列三组数据,请在横线中填上有效数字位数和测量仪器的最小分度值。

(1) 0.402mm, _____ 位有效数字,仪器的最小分度值为 _____。

(2) 52.2℃, _____ 位有效数字,仪器的最小分度值为 _____。

(3) $224.4 \times 10^3 \Omega$, _____ 位有效数字,仪器的最小分度值为 _____。

3. 以 km 为单位记录的某次测量结果为 7.8km,若以 m 为单位表示可写成 ()

A. 7800m B. $7.8 \times 10^3 \text{m}$ C. $780 \times 10 \text{m}$ D. $7.800 \times 10^3 \text{m}$

3

刻度尺

如图 1-3-1 所示,刻度尺是用来测量物体长度的常用仪器。

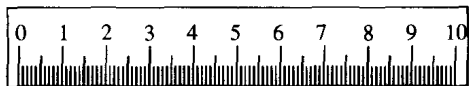


图 1-3-1

一、刻度尺的规格

实验中常用的刻度尺是米尺,米尺的分度值是 1mm,量程不等.测量中常用的米尺有钢卷尺、钢板尺、木直尺、带刻度的三角板等.

二、使用方法及注意事项

◆1. 测量时米尺的刻度线要紧贴待测物,以避免视差.如使用厚刻度尺,要照图 1-3-2a 那样放置,使刻度尺的刻度线接近被测量的物体,这样才能看准确被测物体的边缘与刻度尺的哪条刻度线对齐.另外刻度尺在被测量的物体上的位置绝对不能歪斜,如图 1-3-2b.

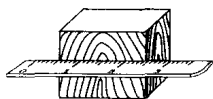


图 1-3-2a

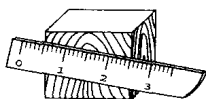


图 1-3-2b

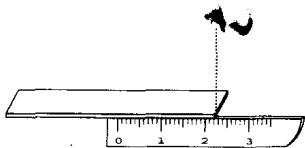


图 1-3-2c

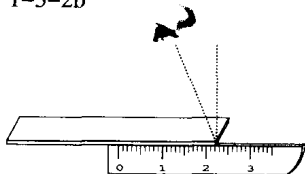


图 1-3-2d

◆2. 使用前注意观察刻度尺的量程和最小分度值.

◆3. 测量起点不一定选在“0”刻度线,应使操作尽量简便.

◆4. 读数时视线要与尺面垂直,且使被测物体的边缘线、刻度尺的刻度线、视线重合在一起,以减少视差.要像图 1-3-2c 那样,而不能像图 1-3-2d 那样读数.测量精度要求较高时,要进行重复测量后取平均值.

◆5. 毫米以下的数值靠目测估读一位,估计至最小刻度值的十分之一.

◆6. 当测量微小物体(即测量工具的最小分度值比待测物的尺寸大得多)时,常常采用累积法处理.就是将待测物的若干个相同的微小量累积起来测出其总长度或总厚度,然后计算出每一个

被测物的微小长度.例如测一张纸的厚度时,可以将相同的白纸叠成一沓,如图 1-3-3 所示,用刻度尺测出整沓纸的厚度,再求出一张白纸的厚度.

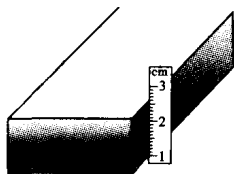


图 1-3-3

三、典型例题

例 如何利用刻度尺测量漆包线的直径、钢珠的直径?

解析 (1) 用毫米刻度尺测量漆包线的直径: 用漆包线在圆形铅笔上密绕 20 圈(不可重叠), 然后用刻度尺量出绕在铅笔上的线圈的长度(线圈不能松动), 用圈数去除线圈的长度, 即得漆包线的直径.

所选用的漆包线应直而均匀. 如不直, 可将漆包线紧靠在硬的圆柱上往复拉拽几次. 在笔杆上绕好线圈后, 应该用两指夹紧线圈, 然后用刻度尺测量, 测量过程中切勿使线圈松开.

(2) 用毫米刻度尺测量钢珠的直径: 将数粒直径相同的钢珠排齐在刻度尺的测量面, 再取另一直尺或板将它们夹住, 两端各用两块小木块将钢珠压紧排齐, 在刻度尺上读出两块木板与钢珠接触的端面间的距离, 再用钢珠的个数去除这个测量值, 即为一个钢珠的直径.

(3) 利用类似的方法也可以测出球的直径. 测量方法如图 1-3-4 所示.

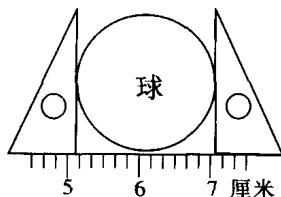


图 1-3-4