

63%的考生在期待着……

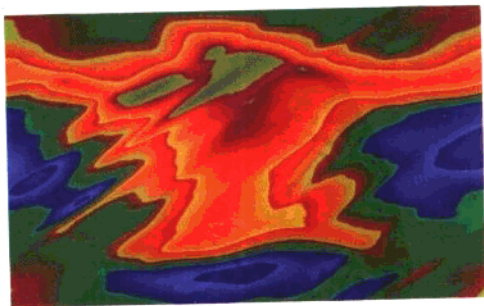
希扬——总主编

高考大捷径

规范 · 准确 · 快捷 · 高效

直击考点 · 物理实验

- 聚焦高考热点
- 跟踪实战训练
- 洞察应试规律
- 才华驰骋考场



此书为中等水平以上考生报考名校而著

63%的考生在期待着……

高考大捷径

希扬——总主编

规范 · 准确 · 快捷 · 高效

直击考点 · [物理实验]

本册主编 / 章守如 编写 / 刘书靖 华勤远



文匯出版社

图书在版编目(CIP)数据

高考大捷徑·直击考点(物理实验)/章守如主编.
上海:文汇出版社,2001.9

(一学百通丛书/希扬主编)

ISBN 7-80531-979-0

I.高... II.章... III.物理课-实验-高中-升学
参考资料 IV.G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 031026 号

高考大捷徑·直击考点(物理实验)

总 主 编/希 扬

主 编/季广生

编 著/章守如 刘书靖 华勤远

策 划/冯 勤

责任编辑/任雅君

特约编辑/董 欣

封面装帧/周夏萍

出 版/文汇出版社

上海市虎丘路 50 号(200002)

发 行/新华书店上海发行所

地 址/上海市四川中路 133 号(200002)

印 刷/复旦大学印刷厂

装 订/上海宏达装订厂

版 次/2001 年 9 月第 1 版

印 次/2001 年 9 月第 1 次印刷

开 本/850×1168 1/32

字 数/270 千

印 张/8.25

印 数/1—10 000

ISBN 7-80531-979-0/G·556

定 价/10.00 元

你的高考将会因此而精彩

——《高考大捷径——直击考点》序

中国是一个考试大国，高考是一个数百万人参加的关系到人生前途的大决战。由于高考政策的放宽，现在参加高考的不仅有浩浩荡荡的中学生大军，而且还有一支年龄参差不齐，婚姻状况各异的应考队伍，所以，竞争之激烈，甚至说竞争之残酷，是可以想象的。

备战高考，由于各个考生的具体情况不同，复习方法也会不同，但是“用最短的时间取得最佳的复习效果”，是每个考生追求的共同目标。这套《高考大捷径——直击考点》，就是专为考生备战高考而提供的“短、平、快”复习法。

本套书由多年辅导高考、有丰富经验的名师编著。他们根据“考试说明”和高考改革的新趋势，引导你避开繁琐，直击考点。

本书精选了近年来高考中出现的典型题、根据教改精神出现的新型题和将要出现的动向题，进行了精辟的解析，指导考生进行严格训练。它重在点拨方法、避开误区、指点迷津，把握规律；它讲究解题的规范、准确、快速、高效，力求达到“在最短的时间取得最佳的复习效果”。

“高考大捷径”——

将使你的高考因此而精彩！

《高考大捷径》编委会

总 主 编	希 扬		
副 主 编	黄文斐		
分册主编	韦建文(语文)	徐 凡(数学)	
	郑福民(英语)	张 箭(物理)	
	李开祥(化学)	高利民(历史)	
	季广生(实验)	孙济占(阅读)	
编 委	韦建文	徐 凡	郑福民
	张 箭	李开祥	高利民
	季广生	黄文斐	孙济占
	杨 萍	赵彩华	曹海平
	蒋 建	阳正纪	梁为富
	李 进	杨康平	胡晓红

前 言

物理学是一门以实验为基础的自然科学,物理学中的许多理论和定律都是人们通过实验总结出来的。学习物理也只有通过实验才能对所学知识懂得透、记得牢、用得上。

本书编写的目的在于,加强学生对实验基础知识的理解和掌握,提高观察能力、分析实验现象能力、空间想像能力及形象思维能力,培养学生的科学素质。它可供毕业班师生总复习时使用,也可作为高中各年级的实验指导用书。

本书博采众长,有的放矢,注重实效,紧扣大纲和教材,内容涵盖了17个分组实验和一些重要的演示实验,另外还安排了设计型实验和跨学科的综合实验,以适应当前高考的需要。

在取材上,力求实用,所选例题和习题着意典型性、代表性、多样性和新颖性,例题除附有详细的分析解答,还附有点评,以便于对题目涉及的知识加深理解或扩大视野。

本书在编写过程中,本着对学生负责的态度,精心策划、认真推敲、层层把关,但书中还难免有疏忽和纰漏之处,我们期盼它的社会效益,也诚挚地希望广大师生的批评指正。

编 者

写在前面的话

一、高考考查内容与要求

1. 要求知道有效数字的概念,会用有效数字表达直接测量结果。

2. 《普通高等学校招生全国统一考试物理科说明》(以下简称《高考说明》)中提到的仪器共 13 种,按作用可分为如下 6 类。

测长度: 刻度尺、游标卡尺和螺旋测微器。

测时间: 秒表和打点计时器。

测质量: 天平。

测电学量: 电流表、电压表以及多用电表。

调控设备: 滑动变阻器、电阻箱。

其他仪器: 温度计、气压计、弹簧秤。

由于目前的高考还不要求现场实际操作,所以主要还是卷面书写实验步骤。只有在平时认真地实际操作过,才可能较好地完成答卷要求。

3. 要求能在理解的基础上独立完成的学生实验有

- (1) 互成角度的两个共点力的合成。
- (2) 练习使用打点计时器。
- (3) 测定匀变速直线运动的加速度。
- (4) 验证牛顿第二定律。
- (5) 研究平抛物体的运动。
- (6) 碰撞中的动量守恒。
- (7) 验证机械能守恒定律。
- (8) 用单摆测定重力加速度。
- (9) 验证玻意耳定律。
- (10) 用描迹法画出电场中平面上的等势线。
- (11) 测定金属的电阻率(同时练习使用螺旋测微器)。
- (12) 用电流表和电压表测电池的电动势和内电阻。
- (13) 练习用多用电表测电阻。

- (14) 研究电磁感应现象.
- (15) 测定玻璃的折射率.
- (16) 测定凸透镜的焦距.
- (17) 用卡尺观察光的衍射现象(同时练习使用卡尺).

二、高考考什么?

1. 高考试题对实验能力的要求

物理学是一门以实验为基础的自然科学,物理实验也一直是高考考查的重要内容.

《高考说明》中对物理实验的能力要求是:能在理解的基础上独立完成“知识内容表”中所列的(17个)实验;明确实验目的,理解实验原理,会观察、分析实验现象,会处理实验数据并得出结论.

《高考说明》还规定:实验题占全卷分数的13%左右.据对1990年~1997年高考试题的统计,8年来实验题平均分数的占比例为14.05%,1998年和1999年均为11.3%,2000年为13.3%.

2. 高考实验题的特点

(1) 实验试题内容以《高考说明》为准,以课本为基本依据,但有变化、引申和发展.

近年来的实验试题大多数是《高考说明》中规定考查的实验,考题内容与课本内容大致相同,但不是机械的重复,而是在课本内容的基础上有了一些变化、引申和发展.例如高中物理课本(必修)第二册314页只讲授10分度游标卡尺读数,1993、1994两年考查的是20分度卡尺的读数.1999年考查的是50分度卡尺的读数.课本上规定了伏安法、欧姆表法测电阻,1997年考的是测伏特表的内阻,仍然是伏安法的变形;1998年又考了用电阻箱及安培表测未知电阻,其实这还是闭合电路欧姆定律(欧姆表原理)的变形.高考物理实验题对课本实验的引申和发展主要表现在两个方面:一是,不仅考查学生分组实验内容,也考查学生看过的实验内容.例如,1995年考“光电效应”,1996年考“平行板电容器”等,二是,不仅要考查高中课本和《高考说明》中已经列出的17个实验,也会考查高中课本中没有做过(而高中毕业生应该会做)的有关实验,例如,1998年高考试题18题,考查L-C振荡电路,根据实验数据点,要求画出振荡周期 T^2 与C的关系图线.这些变化、引申和发展,正体现了对考生实验能力的考查.

(2) 注重考查对实验的思想、方法及原理的理解.譬如,“测玻璃折射率”的

实验,课本实验中用的是平行玻璃砖,但1994年高考实验题中给的却是三棱镜,虽然器材不同,但测量的原理、方法却是相同的,——确定入射点和出射点,连接这两点画出折射线.1995年考查“研究平抛物体的运动”的实验,所给方格图中的第一点并不是小球平抛的初始位置,这就要求考生要在认真分析的基础上找出解决问题的关键,把匀变速直线运动中的方法($\Delta s = aT^2$)迁移到平抛运动中,来研究小球在竖直方向的分运动.

还有伏安法测电阻实验中对实验条件的控制方法(滑动变阻器的接法)、实验误差的控制方法(电流表的内、外接)、作图时对个别误点的舍弃、图线的“曲化直”(验证牛顿第二定律时画 $a - \frac{1}{M}$ 图像)、前面所讲的20分度、50分度游标卡尺的读数问题等等,这一切都说明近年来高考对学生的实验能力提出了更高层次的要求,对实验的考查已从简单的背诵实验转向考查对实验的思想、方法和原理的理解.

(3) 实验试题的评分标准不断规范化、严格化.1991年以前高考物理试题中有关电路实物连线部分,如果考生连线有误,则阅卷老师按照评分标准可视其连线的正确部分给予一部分分数.但从1991年起,高考试题评分标准明确规定,在电路实物连线中,接线出现任何错误都不给分.这样规定是合理的,也是必要的,因为在接线中如果发生错误,轻则不能达到实验预定要求,重则可能烧毁仪表或器材.因此,必须一丝不苟,正确地连接电路.

3

根据实验数据,画出实验曲线,这是物理学中处理实验结果得出相应规律的基本方法之一.高考对这方面的能力要求也逐渐明确.1991年高考试题第31题(根据六组 U 、 I 数据画出测定电池电动势 ϵ 和内电阻 r 的 $U-I$ 图线)的评分标准规定:正确画得 $U-I$ 图线给2分, $U-I$ 图上由各组数据标出的6个点的位置要准确,连直线时,偶然误差大的一组数据标出的点应该舍去不顾,这样才能利用图像得到正确结果.

实验试题评分标准的严格性还体现在:对数据处理后所得的结果要求控制在一个限定的范围内,否则就不能给分.例如1991年第31题评分标准规定,该题实验测得的电源电动势的数值必须在 $(1.40 \pm 0.02) \text{V}$ 的范围内,电源内电阻的数值必须在 $(0.72 \pm 0.05) \Omega$ 的范围内才给分,误差超出该范围者不给分.

目 录

写在前面的话	(1)
第一篇 实验基础知识	(1)
一、误差	(1)
二、有效数字	(3)
三、基本仪器的使用	(6)
第二篇 力学实验	(38)
一、互成角度的两个力的合成	(38)
二、练习使用打点计时器	(44)
三、测定匀变速直线运动的加速度	(47)
四、验证牛顿第二定律	(57)
五、研究平抛物体的运动	(67)
六、碰撞中的动量守恒	(75)
七、验证机械能守恒定律	(83)
八、用单摆测重力加速度	(92)
综合测试题	(100)
第三篇 热学实验	(107)
验证玻意耳定律	(107)
第四篇 电学实验	(115)
一、电场中等势线的描绘	(115)
二、测量金属的电阻率	(121)
三、用电流表和电压表测定电池的电动势和内电阻	(135)
四、练习使用多用电表测电阻	(148)
五、研究电磁感应现象	(155)

综合测试题	(163)
第五篇 光学实验	(172)
一、测定玻璃的折射率	(172)
二、测定凸透镜焦距	(179)
三、用卡尺观察光的衍射现象	(188)
第六篇 设计型实验和跨学科实验	(192)
一、设计型实验	(192)
二、跨学科综合实验	(197)
综合能力测试(一)	(206)
综合能力测试(二)	(214)
参考答案	(222)

第一篇

实验基础知识

一、误差

实验要点点拨

1. 误差 测量值与真实值的差异称为误差. 误差存在于一切测量之中, 而且贯穿测量过程的始终.

2. 系统误差与偶然误差 从误差来源看, 误差根据其性质分为系统误差和偶然误差.

① 系统误差: 系统误差主要是由于实验原理不够完备、实验仪器精度不够或实验方法粗略而产生的. (如温度计的零度未校准; 用单摆测重力加速度, 周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 是经过近似计算: 即当摆角 θ 小于 5 度时, $\sin\theta \approx \theta$ 才推导出来的). 系统误差的基本特点是: 实验结果对真实值的偏差总是具有相同的倾向性, 即总是偏大或偏小. 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.

② 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. 如用米尺测量毫米以下数位的估读, 测量温度时气流的干扰、电源电压的起伏而引起的微小变化等. 偶然误差的特点是: 有时偏大, 有时偏小, 但它遵从一定的统计规律, 多次测量时, 比真实值大和比真实值小的机会是均等的. 减小偶然误差的方法有: 增加测量次数, 取平均值. 通常将足够多次数的测量结果的平均值取为该待测量的真实值.

3. 绝对误差与相对误差 从分析数据看, 误差分为绝对误差和相对误差.

① 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|, 它反映测量值偏离真实值的大小.

② 相对误差: 相对误差等于绝对误差与真实值之比, 常用百分数表示, 即

$$\text{相对误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{真实值}} \times 100\%.$$

相对误差反映了实验结果的精确程度.

③ 对于两个测量值的评价,必须考虑相对误差.绝对误差大者,其相对误差不一定大.

实验考点精析

【例 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. 误差是实验中出现的错误;
- 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.

【解析】 错误不是误差,错误可以避免,而误差是不可避免的.答案为 D.

【点评】 错误是指仪器故障、设计错误、操作不当、读数错误等造成的偏差,有人把它叫做“过失误差”.而实际上它不是误差.误差是不可避免的,只能尽可能减小误差.而错误在实验中只要认真、细心,提高责任感是完全可以避免的.

【例 2】 下列关于误差的说法中正确的是 ()

- 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,对应的绝对误差一定越小.

【解析】 根据相对误差和绝对误差的定义可知,答案为 C.

【点评】 比较测量结果的可靠性,应当用相对误差去评价.如某同学测量两个物体的质量,测量结果分别为 1.00 g 和 100.00 g,两测量值的误差都是 0.01 g,哪次测量可靠性大呢?虽然两个测量结果绝对误差是相同的,但前者的误差占测量值的 1%,而后者仅占 0.01%,所以后者比前者可靠性大.

实验能力训练

(1) 关于测量,下列哪句话是错误的 ()

- A. 测量长度要有估计数字,估计数字的位数越多,误差就越小;
- B. 在记录测量结果时,只写数值,不写单位是毫无意义的;

- C. 记录测量的结果,所用单位不同时,不会影响测量结果的准确程度;
 D. 进行任何一个测量,都要采取多次测量求平均值的方法,才能使结果尽可能减少误差。

(2) 任何测量都存在误差。从误差的性质来分,可将误差分为系统误差与偶然误差两类。由于_____、_____和_____等原因所造成的误差称为系统误差;由于_____和_____等原因所造成的误差称为偶然误差。

(3) 通过改进测量原理和测量方法以及提高仪器精度可以_____,但不可能_____。要消除偶然误差,则应采取_____的方法。

(4) 任何测量结果都存在误差。用 N 表示测量值,用 N_0 表示待测的真值,那么测量结果的准确程度可以用绝对误差表示。测量的绝对误差为_____。

(5) 绝对误差仅反映了测量值与真值之间差异的大小,不能完全反映测量结果的优劣,通常用相对误差来表示测量结果的优劣。相对误差是_____。

二、有效数字

实验要点点拨

3

1. 有效数字 当用毫米刻度尺量书本时,测量长度为 184.2 mm ,最末一位数字 2 是估计出来的,是不可靠数字,但仍然有意义,仍要写出来。这种带有一位不可靠数字的近似数字,叫有效数字。

2. 有效数字位数的判定方法 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 表示最末一位数字 7 是不可靠的,而数 2.70 和 2.700 则表示最末一位数 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位置的,不是有效数字。例如, 0.92 、 0.085 、 0.0063 都是两位有效数字。大的数目,如 $365\,000$,如果不全是有效数字,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,如果有三位有效数字,就写成 3.65×10^5 ,如果有四位有效数字,就写成 3.650×10^5 。

3. 测量仪器的读数规则 测量误差出现在那一位,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来确定读数误差出现的位置。对于常用的仪器可按下述方法读数:

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。如最小刻度是1 mm的刻度尺,测量误差出现在毫米的十分位上,估读到十分之几毫米。

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。如分组实验用的电流表的0.6 A量程,最小分度为0.02 A,误差出现在安培的百分位,只读到安培的百分位,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。量程为15 V的电压表最小分度为0.5 V,测量误差出现在伏特的十分位上,只读到伏特十分位,估读五分之几小格。

4. 有效数字的计算规则 许多物理量是从直接测量结果计算出来的。测量结果既然是用有效数字表示的,在计算中就要遵守有效数字的规则:

① 不可靠数字与别的数字相加减、相乘除,所得的结果也是不可靠的。

② 计算结果只能保留一位不可靠数字,但在计算过程中可以保留两位不可靠数字,最后再四舍五入。

应该注意的是,物体的个数、实验的次数等是准确数,它们与近似数相乘或相除时,有效数字的位数应等于原来近似数的有效数字位数。例如,7个相同的小球共重81.2 g,每个小球重11.6 g,商数要取3位有效数字。如果误认为7有一位有效数字,因此商也取一位有效数字,那就错了。

严格地说,有效数字的规则是相当复杂的,中学阶段的物理习题中,如果没有特别要求,不必严格按有效数字规则去做,通常只取两位或三位有效数字就可以了。但对物理实验中的测量结果,则要严格按照有效数字的规则表达。

实验考点精析

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

【解析】 有效数字的位数不同,表示测量的准确程度不同。9.5 cm是两位有效数字,说明所用刻度尺的最小刻度是厘米。其中9 cm是准确的,0.5 cm是估计的,是不可靠的。9.50 cm是三位有效数字,说明所用刻度尺的最小刻度是毫米,其中,9.5 cm是准确的,第三位“0”是估计的。因此,9.50 cm的准确度要高于9.5 cm的准确度。

【点评】 测量总是有误差的,误差范围多大,测量的准确度如何。在许多测量当中都显得至关重要,而且在测量数值中应该予以反映,这就决定了测量数据和一般的数字不同,要能够在一定程度上反映测量的准确程度,因此引入了有效

数字,这就要求我们在记录实验数据时一定要按有效数字的规则去记录.有效数字最后一位的零是有意义的,不能随便舍去或添加.

【例2】某人用最小刻度为分米的皮尺测量两个电线杆间的距离,测量的结果为56.40 m.若用千米为单位,应如何记录?

【解析】 记为 $5.640 \times 10^{-2} \text{ km}$ 或 0.05640 km .

【例3】 以千米为单位记录的某次测量结果为 5.4 km, 若以米为单位记录这一结果可写为 ()

- A. 5 400 m; B. 5.4×10^3 m;
C. 5.4×10^{-3} m; D. 5.400×10^3 m.

【解析】 答案为 B

【点评】例2和例3说明：在一次测量中，有效数字的位数是确定的，不受所采用的单位的影响，在进行单位变换时要保证有效数字的位数不变，在由很大的单位变为较小单位或由较小单位变为很大的单位时，最好采用科学记数法，如在例2中，记为 $5.640 \times 10^{-2} \text{ km}$ 比记为 $0.054\ 60 \text{ km}$ 更好些，而在有些变换中，如不采取科学记数法，会导致记录错误，如例3中A选项给出的 $5\ 400 \text{ m}$ 是4位有效数字，则 5.4 km 是两位有效数字。

【例 4】 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的长度,记录数据有几位有效数字? 另一物体的长度在 120 cm 至 130 cm 之间,若用最小刻度为厘米的刻度尺来测量其长度,记录数据应有几位有效数字?

【解析】对于测量结果来说,有效数字的位数是由被测量的值和所用测量仪器的最小刻度决定的,所以两次记录数据均应是4位有效数字。

实验能力训练

- (1) 一个测量数据的记录结果应包括_____、_____和_____三部分。
- (2) 一个测量仪器的_____就是用该仪器进行测量时所得测量结果中准确数据的最后一位。
- (3) 在用不同单位表示同一个测量结果时,应保持该测量结果的_____不变。
- (4) 将一本课本的长度 L 进行不同的单位换算时应该用_____表示。
- 例如: $L = 18.75 \text{ cm} = \quad \text{mm} = \quad \text{m}$.

三、基本仪器的使用

(一) 测量长度的仪器

1. 刻度尺

实验要点点拨

刻度尺又称米尺,常用米尺的最小刻度为 1 mm,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 用零刻度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.
- ③ 毫米以下的数值靠目测估读一位,估读最小刻度值的 1/10.
- ④ 测量精度要求高时,要进行重复测量后取平均值.

实验考点精析

【例 1】 用毫米刻度的米尺去测量一根细金属丝的直径和一张白纸的厚度,应如何处理?

【解析】 根据累积法知,用刻度尺测微小长度时,可把数个相同的微小量累积起来测出它们的总长度,然后计算出每一被测物的微小长度.所以,测量细金属丝的直径时,可将细金属丝紧密地绕在细棒上,使匝与匝间靠紧,用米尺测出绕线宽度,再除以匝数即得金属丝直径.测量一张白纸的厚度时,可用米尺测出若干张紧压在一起的白纸的总厚度,再除以白纸的张数即得一张白纸的厚度.

【例 2】 某人用最小刻度为 1 毫米的刻度尺测量某物体长度,测量的结果为 5.60 cm,若以米为单位,应如何记录?

【解析】 记为 $5.60 \times 10^{-2} \text{ m}$ 或 0.056 0 m.

【点评】 毫米以下的数值要估读一位.例 2 的准确值是 56 毫米,6 后边的“零”是估计的,不能舍去,这是三位有效数字,6 是可靠数字若写成 5.6 cm,是两位有效数字,且 6 是不可靠数字.