

高中

物理

图象与实验

主编 / 王建军

北京海淀区特高级教师
中南地区特高级教师
联合编写

各个击破
丛书



各个击破丛书 各个击破丛书 各个击破丛书

延边人民出版社

前 言

《各个击破》丛书,顺应当今高考改革形势,在一版的基础上,进一步补充、修订、完善。使之更充实,更合理,更实用。编写过程中,我们全面回顾近几年高考试题,深入研究《教学大纲》和《考试说明》,准确把握高考的热点冷点,真正做到了重点强攻,难点详析,弱点密补。为了便于使用,我们根据学科特点,科学切分,每科一般分为二至四册,最多七册,每册独立成书。各册均由三个板块构成:考点例析、解题指导、典题精练。“考点例析”,选用近年高考试题,详尽解析,从而达到“解剖麻雀”,探求规律之目的;“解题指导”,意在让学生对高考各知识点,各种题型的解题规律方法有一个理性认识,交给学生解决实际问题的金钥匙;“典题精练”,精心编制和选用了足量的科学性强、训练价值高的练习题,对高考各知识点进行强化训练,实现由知识到能力的转变。可以说,本丛书既是学生自学应考的最佳资料,也是教师指导复习的理想用书。总之,我们想把最理想、最优化的创意奉献出来,使学生在熟悉各考点的基础上,构建知识体系,把握重点,突出难点,形成能力。由于时间、水平所限,书中纰漏在所难免,恳请批评指正。

编 者

2001年6月

各个击破丛书

分册书目

科 目	书 名
高中英语	《语法》《完形填空》《阅读理解》《短文改错》 《书面表达》《听力》《高考词汇表》
高中语文	《语基》《现代文阅读》《文言文阅读》《诗词鉴赏》 《写作》
高中数学	《代数一》《代数二》《平面几何》《立体几何》
高中物理	《力学》《热光原》《电磁学》《图象与实验》
高中化学	《基本概念与理论》《元素化合物》《有机物》 《实验与计算》
高中历史	《中国古代史》《中国近现代史》《世界近现代史》
高中政治	《政治常识》《经济常识》《哲学常识》
高中地理	《自然地理》《人文地理》
高中生物	《生物一》《生物二》

购买图书及举报盗版热线电话:0543—3372336;3372337;3372338(传真)

目 录

序论	(1)
第一单元 基本仪器的使用及原理	(7)
一、基本仪器	(7)
二、练习使用打点计时器	(17)
三、练习用多用电表测电阻	(21)
第二单元 演示实验	(30)
四、演示实验	(30)
第三单元 验证性物理实验	(44)
五、互成角度的两个力的合成	(44)
六、验证牛顿第二定律	(49)
七、碰撞中的动量守恒	(57)
八、验证机械能守恒定律	(63)
九、验证玻意耳定律	(69)
第四单元 测定性物理实验	(77)
十、测定匀变速直线运动的加速度	(77)
十一、用单摆测定重力加速度	(83)
十二、测定金属的电阻率(含伏安法测电阻)	(90)
十三、用电流表和电压表测字电池的电动势和内电阻	(104)
十四、测定玻璃的折射率	(113)
十五、测凸透镜的焦距	(119)
第五单元 观察研究性物理实验	(125)
十六、研究平抛物体运动	(125)

十七、电场中等势线的描绘	(131)
十八、研究电磁感应现象	(136)
十九、用卡尺观察光的衍射现象	(142)
第六单元 设计性物理实验	(146)
二十、设计性物理实验	(146)
第七单元 方法指导	(155)
二十一、怎样解答好实验题	(155)
二十二、3+X 考试项目分析	(164)
第八单元 综合测试题	(180)
二十三、基本知识 基本仪器	(180)
二十四、力学 热学 光学 原子物理实验	(186)
二十五、电磁学实验	(192)
二十六、统考实验题精选	(199)
第九单元 专题训练	(210)
二十七、物理图象	(210)
参考答案	(227)

序 论

近年来全国高考物理实验型试题由过去的单一、基本的形式向综合性、标准化、高层次方向发展,在考查实验知识的同时,更注重了实验能力的考查。

物理学是一门以实验为基础的自然科学,物理实验是中学物理教学的重要内容,也是物理教学的基础,通过实验教学,帮助学生理解、掌握物理知识,学会实验技能、仪器的使用和操作,学习物理学研究问题的方法。物理实验的内容,也是高考试题重要的组成部分。近几年的高考试题,都以独立题型单独考查学生的实验知识和能力,足见物理实验在中学物理教学和高考中所占的重要地位。

目前高考实验题已从侧重于考查原理、步骤、器材选择、数据处理、正确结论、影响实验准确性的定性原因等,逐渐要求会用实验中学过的原理、方法,解决立意新颖、灵活的实验问题。2000年“考试说明”中指出:实验占分比例为13%,但从近五年全国物理高考试卷中看,实际占分比例均超过13%,其中97年最多为20%。这更突出了物理是一门以实验为基础的学科特点。

下面从几个方面谈一下高中物理实验:

一、实验试题的特点和发展趋势

实验试题是内容最丰富,最具有活力,最具有发展前途的试题类型。自1996年以来,高考试题便以独立的实验题对实验进行考查,更突出了实验教学的地位,提高了对实验教学的要求。考查的内容,从单一的、基本的学生分组实验,向着全面考查实验能力、注重学生的实验方法的应用,学生实验、演示实验,根据实验原理自行设计实验的方向发展。

通过对1990年到2000年高考实验题的分析,可以看出试题有以下几个主要特点:

1. 重视对基本仪器的使用和基本实验方法的考查。卡尺读数在1993、1994、1997、1999年进行了考查,千分尺在1990、1992年进行了考查。电流表、电压表的使用年年考。可见,长度测量、电路测量的仪器是考查的重点。基本的一些实验方法,象伏安法测电阻,通过纸带测速度、加速度,测玻璃的折射率,通过单摆测重力加速度,都是对基本实验方法的考查。

2. 重视实际操作的考查。如实验步骤排序、纠错、补漏;电路连线、纠错、画电路图;实验误差(指偏差或错误,象验证玻意耳定律中气体实验的初、末态 pV 值不相等)的排除,错误的纠正等,都与实验的实际操作过程紧密相关,是真正地考查学生的实际操作能力。电路连线题错误率历年都很高,这说明学生的实际操作能力差,实际进行实验的机会少。

3. 重视对实验数据的处理。对实验数据进行正确处理,从而得出正确的实验结果,是实验全过程的一个重要环节。试题有剔除错误数据,根据数据画图象,根据图象

外推结论,求平均值等。

4. 电学实验题较多,象电路测量、电路连接、选择仪器等,试题灵活,考查范围广。这一方面是因为电学实验所占比例较大,另一方面电学实验题也比较容易命题,易于结合实际生活和生产,大部分学校都有条件完成这些实验的教学。在注重素质教育、注重能力考查的发展趋势下,更应引起对电学实验及实验试题的重视和研究。

5. 光学、热学实验的比例很少,一方面是这方面的实验少,再一方面难与实际结合,出题只能围绕基本实验的几个方面,受限制较大。

二、实验的基本类型和要求

1. 基本仪器使用型(力1 电2 光1):

包括有:(1)练习使用打点计时器;(2)测定金属的电阻率及使用螺旋测微器;(3)练习使用多用电表;(4)用卡尺观察光的衍射现象(练习使用卡尺)。

要求:了解仪器的基本结构,熟悉各部分的名称,弄懂工作原理,掌握各种操作方法,会正确读数,明确使用注意事项。

2. 演示型:

高中教材各章节中均有演示实验,它主要用来直观反映物理过程中的一些重要规律和概念,以及物理现象。

要求:了解每一个演示实验所演示的物理规律、现象以及实验的原理和方法。

3. 验证物理规律型(力4 热1)

包括有:(1)互成角度的两个共点力的合成;(2)验证牛顿第二定律;(3)验证碰撞中的动量守恒;(4)验证机械能守恒定律;(5)验证玻意耳定律。

要求:与基本物理量的测量相同,着重注意分析实验误差,并能有效地采取相应措施尽量减少实验误差,提高准确度。

4. 基本物理量测量型(力2 电2 光2):

包括有:(1)测定匀变速直线运动的加速度;(2)用单摆测定重力加速度;(3)测定金属的电阻率;(4)用伏安法测定电池的电动势和内电阻;(5)测定玻璃的折射率;(6)测定凸透镜的焦距。

要求:明确被测物理量的含义,弄懂具体的测量原理,掌握正确的实验方法(包括了解实验仪器,器材的规格性能,会安装和调式实验装置,能选择合理的实验步骤,正确进行数据测量以及妥善处理实验数据并得出结果)。

5. 观察、研究型(力1 电2 光1):

包括有:(1)研究平抛物体的运动;(2)电场中等势线的描绘;(3)研究电磁感应现象;(4)用卡尺观察光的衍射现象。

要求:对观察型实验,只要求正确使用仪器,显示出(描绘出或观察到)物理现象。对研究实验,要求能使用仪器,掌握正确的实验研究方法,把有关现象的物理内容反映出来,或把有关参数测量出来。

6. 设计型:

要求:用所学所做的物理实验原理、方法、去设计一些与学生实验“形异实同”的实验,达到考核实验能力的目的。

三、实验教学和复习建议

高考物理考试说明中把实验能力概括为“一能三会”:能在理解的基础上独立完

成“知识内容表”中所列的十七个实验,明确实验目的,理解和控制实验条件;会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。实验能力是高考物理中考核的5个能力之一。

考查实验能力,是指对实验原理的理解,掌握正确的实验方法,会正确使用仪器和器材,会分析处理数据,并能分析推理得出正确的结论。这是以物理基础知识为基础的综合能力。要提高学生的实验能力,必须通过长期的、有计划的、实际的操作训练和培养。只依靠解答实验习题,希望通过教师讲实验,学生背实验来提高实验能力是不现实的。下面仅就实验教学和备考复习提几点建议。

(一) 学好物理基础知识,物理学是一门以实验为基础的自然科学。《考试说明》中所列出的17个学生实验,有很多就是验证物理规律,是认识、理解这些规律的实验基础。如验证机械能守恒定律、验证牛顿第二定律、验证动量守恒定律等。要在理解掌握这些规律的基础上去做实验,在实验的过程中加深理解和巩固这些定律,学习实验的方法,仪器的使用和操作。物理知识的学习和物理实验是相互补充、相辅相成、密不可分的两种学习方式。一定要克服只重视物理理论的学习,轻视实验操作的倾向,这是导致学生实验能力不高的一个重要因素。对实验方法的学习和掌握,应该在实验教学中突出出来。例如,验证机械能守恒定律,怎样验证的,这种验证的方法应该是这个实验的精华,是一种创新能力的体现。即便不能创新,把这里学到的实验方法应用到新的实验设计上去,也就离创新不远了。《考试说明》中指出的要会用在这些实验中学过的实验方法,就明确地表示了不仅是要考这些实验,而要考在这些实验中学过的方法,学了10分度游标卡尺,懂得了原理,学会了实验方法,考查20分度、50分度游标卡尺,也便是很自然的事情,这便是实验能力的体现。利用学过的实验方法进行实验设计的试题,在上海题中也有所体现。

(二) 深刻理解、熟练掌握实验原理。实验原理是实验的核心、是实验的灵魂。实验方法、实验步骤、仪器的选择、数据的处理等一切实验的有关问题都从实验原理中派生出来。只要紧紧抓住实验原理,有许多问题会迎刃而解。象做《验证玻意耳定律》的实验,不能用手握注射器,先推进活塞再用橡皮帽封住气体,就是为了保证等温条件下,研究一定质量气体的状态变化。只要明白了原理,实验操作过程中的一些规定、要求、注意事项就变成了生动的知识,而不是死的教条。

(三) 加强实验基本能力的培养的训练。首先应保证学生能够进实验室做实验,要让学生亲自动手做,而不是站在旁边看,在实验操作过程中提高实验能力。针对《考试说明》的要求和高考物理实验试题的特点,应着重抓好以下几点:

1. 加强对基本仪器使用能力的培养。刻度尺、游标卡尺、螺旋测微器都是基本的长度测量仪器,一定要掌握它们的使用方法,会正确读数,该估读的一定要估读。这些知识一学就懂,但由于学了长期不用,因此高考前必须进行复习,练习使用。电流表、电压表、多用表几乎是必考的内容,要学会连接、选取量程、读数、以及构造原理等。其它的象打点计时器的使用,滑动变阻器的两种用途及接线方法,测力计的使用等,都应该会熟练地使用。

2. 加强实验实际操作训练。动手操作是实验的主体,没有操作过程便没有实验。电路连线题是典型的考查连接线路能力——实际操作能力的实验试题,这种题出错率很高,一方面说明学生实际操作能力差,实际实验的经验不足。另一方面把实

际的操作能力通过纸面上的画线表达出来,也是一种能力,也应进行相应的训练,也就是说实验实际操作完成以后,还要做些相应的训练,把学生已获得的实际操作能力顺畅地在纸面上试卷上表达出来。

3. 加强对实验数据分析处理能力的训练。实验的操作过程是为了得出实验数据,对实验数据进行分析处理,得出实验结果,这才是实验的目的。

实验数据的处理方法有下面几种:

(1) 直接比较法:中学物理的某些实验,只需通过定性地确定物理量间的关系,或将实验结果与标准值相比较,就可得出实验结论的,则可应用直接比较法。如研究“互成角度的两个共点力的合成”实验中;可直接比较实验中测出的合力和根据实验作出的平行四边形的对角线,比较两矢量的大小和方向,可确定是否达到了验证平行四边形定则的目的。在“研究电磁感应现象”的实验中,可在观察、记录的基础上,经过比较和推理,得出产生感应电流的条件和判定感应电流方向的方法。

(2) 描述法:描述可形象直观地直接反映实验结果,如在“研究平抛物体的运动”实验中,用描述法直接描绘小球的运动轨迹;在“电场中等势线的描绘”的实验中,用描述法描绘等势线等,应用描述法时应注意:① 所描出的曲线或直线应是平滑的,不应有突然的转折,② 个别点若偏离所描出的曲线太远,可认为是某种偶然因素所致,一般可将这样的点舍去,③ 为能较为精确地描述所记录的曲线,实验所记录的点的总数不能太少,且应在所描范围内大致均匀分布。

(3) 平均法:取算术平均值是减小偶然误差而常用的数据处理方法,把待测物理量的若干次测量值相加后除以测量次数。平均法的基本原理是:在多次测量中,由偶然因素引起的正、负偏差出现的机会相等,故将多次的测量值相加时,所有偏差的代数和为零。

(4) 列表法:把被测物理量分类列表表示出来,需说明记录表的要求,主要内容。列表法有制表方便,形式紧凑,数据易于比较等优点。列表法还常常是图象法的基础。列表法应注意:① 项目应包括名称及单位。② 实验测得的数据应按测量结果,取恰当的有效数字填入。③ 自变量应按逐渐增加或减小的顺序排列。

(5) 图象法:图象法是中学物理中最常用的实验数据处理方法之一。选取适当的自变量,用图象法找到变量间的函数关系。在中学物理实验中,常取 x 或 $\frac{1}{x}$ 为自变量,以使所作出的函数图象为直线,从而可直观地得出变量间的函数关系。① 以 x 为自变量,在“验证牛顿第二定律”的实验中,验证 $a \propto F$ 时,以 F 为自变量作 $a - F$ 图象;在《测电池电动势和内阻》的实验中,以 I 为自变量作 $U - I$ 图象。② 以 $\frac{1}{x}$ 为自变量,当函数与自变量 x 成反比例时,常以 $\frac{1}{x}$ 为自变量。在“验证牛顿第二定律”的实验中,验证 $a \propto \frac{1}{M}$ 时,以 $\frac{1}{M}$ 为自变量,作 $a - \frac{1}{M}$ 图象;在“验证玻意耳定律”的实验中,以 $\frac{1}{V}$ 为自变量,作 $P - \frac{1}{V}$ 图象。因此,可根据所作图象是否为过原点的直线而简捷地作出判断。在“描述法”中所述的三个应注意问题也是应用图象法时所要注意的。此外,应用图象法时还应注意正确选取横轴和纵轴的标度,横坐标和纵坐标的比例以及坐标起点,使所作出的图象大致布满整个图纸。如在“测电池电动势和内阻”的实验

中,纵坐标 U 的起点可以不为零。

4. 要重视设计实验方法的培养。完成相同的实验,可以有不同的实验方法。例如测电阻,可以用伏安法,也可用替代法、半偏法。关键是对实验原理和实验目的的理解,以及如何变成实际可行的操作过程,这就是能力的迁移,考查实验方法的设计,最能体现考查能力,上海试题已有所体现。1999年全国物理试题实验第19题,也体现了注重实验方法应用的思想。测定玻璃折射率的实验,根据 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$,为此需测定 i 和 r ,便利用平行玻璃砖通过插针法来确定入射光线和折射光线。这个实验的依据就是折射定律,而折射定律在任何形状的两种不同介质的界面上都成立,因此可以不用平行玻璃砖,也可用三棱镜,也可用其他形状的象玻璃球等,都能测玻璃折射率。这就是在理解实验原理基础上,对实验方法的灵活运用,也体现了创新精神。

5. 重视演示实验。一方面实验试题已向演示实验拓展,象断电自感现象,光电效应的实验都是演示实验;另一方面演示实验在物理实验教学中有重要的示范作用,在培养学生的实验能力方面有不可替代的重要作用,一定要想方设法开全所有的演示实验,演示实验操作要规范,让学生知道正确的做法,要引导学生抓住观察的时机,会观察物理现象,培养和提高学生的观察能力。

四、高考实验题型分类

1. 仪器的使用(共13种),按作用可分为6类:

① 测长度:刻度尺,游标卡尺和螺旋测微器。

② 测时间:秒表和打点计时器。

③ 测质量:天平。

④ 测电流、电压、电阻:电流表,电压表,多用电表。

⑤ 调节仪器:滑动变阻器,电阻箱。

⑥ 其它:测温度的温度计,测气压的气压计,测力的弹簧秤。

其中考的次数(以1981年~2000年统计)最多的是:游标卡尺(8次),螺旋测微器(4次),多用电表(6次,上海高考最近四年考2次)。平均每年直接考查五种。由于高考不能现场操作,所以主要是读数方法,要会读数必须懂得原理且实际操作过。对于每一种仪器都必须掌握,例秒表读数(96.上海)、弹簧秤读数(94.全国)

2. 原理的理解。

高考要求能运用学过的实验原理解决具体问题。

例:95年高考:平抛物体实验,93、94年游标卡尺由10个分度变为20分度,99年变为50分度;93、94、96、97年滑动变阻器由限流接法变为分压接法,伏安法由测电阻丝电阻变为93年测小电珠功率,97年测伏特表电阻,测玻璃砖折射率,94年度变为测三棱镜的折射率。

3. 实验步骤的掌握。

高考试题考查实验步骤往往采用以下几种方式:(1)步骤排序;(2)补漏或删除;(3)改错。这几种形式都要求考生对17个学生实验的步骤牢固掌握,重在理解,不要去背诵。

例93年单摆实验步骤的改错,最近6年中只考过一次实验步骤的掌握,2000年高考中特别注重实验过程。

4. 器材的选择.

物理实验器材选择的原则:1. 正确性;2. 可靠性;3. 准确性.此原则在最近6年中考过2次(96、97年).

5. 电路的连接.

电路的连接有两种:(1) 电路原理图,(2) 实物连线图.1991~2000年除98年末考外,年年皆有此题.

在画实物连线图时要注意:(1) 线都要接在接线柱上,不要像电路原理图那样在“空中”交叉或相接;(2) 要注意电流表、电压表的正负接线柱与电源的正负极相一致;(3) 为了画得整洁,可先用铅笔在试卷上画出,便于涂改,待完全正确后再用钢笔画;(4) 较复杂的实物图,应先在草稿上画好电路图,再比较电路图画实物图;(5) 画完后再检查一遍是否有错误.

6. 误差分析和图表的应用.

中学物理实验一般不要求定量计算误差,但要求定性分析,例98年验证牛顿第二定律图线误差分析,并要求掌握通过何种方法减小误差.实验中,用表格记录数据和分析数据,用函数图像观察物理量间的关系和变化规律并求得结果,这是应该掌握的.例94、96、98年均考查.高考实验题除上述题型外,还考过实验条件(97年),数据处理公式法(94、95、96年),实验现象、结论(95年),以及综合考查题目实例分析详见每个实验中精选例题.

五、编写本书意图

根据高考实验题特点及出题类型,结合课本实验性质,编写本书.共分为九个单元:1. 基本仪器的使用及原理;2. 演示实验;3. 验证性物理实验;4. 测定性物理实验;5. 观察研究性物理实验;6. 设计性物理实验;7. 方法指导;8. 综合测试题;9. 物理图像.同时结合课本实验,在每一块中尽量保持完整,使每一个学生实验自成一体.并且在题目中尽可能多的指导实验过程,答题方法,能力培养.

在《基本仪器使用》部分虽然独立作为一个单元,但由于仪器使用往往结合具体实验,可以在具体到某实验时也要强调一下重点仪器的使用和原理.以达举一反三之目的.

第一单元 基本仪器的使用及原理

本单元包括三部分:1. 基本仪器;2. 练习使用打点计时器;3. 练习用多用电表测电阻.

一、基本仪器

【考试说明】

要求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、打点计时器、弹簧秤、温度计、电流表、电压表、多用电表、滑动变阻器、电阻箱,等等.应掌握各仪器的原理及使用.

1. 长度的测量:用的仪器有刻度尺、游标卡尺、螺旋测微器.要学会这些仪器的使用,要会正确地估读,要知道游标卡尺、螺旋测微器的构造和原理,并且能够灵活地运用.例如学了10分度卡尺的使用,就要知道游标上每1小分度长0.1 mm,就要能够推出20分度、50分度游标卡尺每一小格分度的长度分别是0.05 mm和0.02 mm,并能正确地使用它们.游标卡尺、螺旋测微器近10年全国高考就考了6次,往往是卡尺、螺旋测微器交替着考,是命题几率很高的内容.

2. 时间的测量.使用的仪器主要是打点计时器和秒表.打点计时器在学生分组实验中使用的比较多,要知道它是利用交变电流的周期来进行计时的,要学会使用方法,如复写纸的放法,接什么样的电源等.秒表的使用是在《用单摆测重力加速度》的实验中,学生往往把主要精力放在测重力加速度的实验过程中,而忽略学习秒表的使用,观察表盘结构.1999年上海物理高考题便对秒表进行了考查.

3. 质量的测量.使用的仪器是天平.天平虽然是测量质量的重要的仪器,可能由于它是初中物理的重要内容的缘故,近10年来高考一直未考查天平,在《验证牛顿第二定律》的实验和《碰撞中的动量守恒》的实验中,都要进行质量测量,在这里应该让学生熟悉天平的使用方法.

4. 电路量的测量.电流、电阻、电压等是直流电路中重要的物理量,也是考查几率很高的内容.要学会这些电表的连接、量程的选择、读数及构造原理.例如某电压表表盘有刻度但未标数值,就可以根据指针偏转角度与通入电压表电流成正比的原理,以刻度盘上的格数来表示所测电压的大小,这类试题,上海高考题多有出现.又如欧姆表测电阻,为什么换挡就需调零,表盘刻度右端线是零刻度线等,实际上都是源于欧姆表构造原理的知识.用替代法用电阻箱测电阻,也曾出过试题.1999年高考物理全国卷又出了一个替代法测电阻的试题.

5. 其它物理量的测量.温度测量一直未考过.其它象体积、压强(水银柱高度差)、折射率(可以转化为长度测量),等的测量,都以长度测量为基础.

综上所述,物理量的测量及仪器的使用,以长度测量、电路量的测量及其相关仪器的使用最为重要,是出题最频繁的知识。除掌握这些仪器的使用外,还要明确有效数字的概念,并能用有效数字正确地表示物理量的数值。

重要仪器介绍

1° 螺旋测微器

实验原理:螺旋测微器是测量长度的仪器之一,在实验中常用它测量小球的直径、金属丝的直径和薄板的厚度等。用它测量长度,可以精确到 0.01 mm ,还可以估读到 0.001 mm (即毫米的千分位),因此螺旋测微器又称为千分尺。

图 1-1 所示是常用的螺旋测微器。它的小砧 A 和固定刻度 G 固定在框架 F 上,旋钮 K 、微调旋钮 K' 和可动刻度 H 、测微螺杆 P 连在一起,通过精密螺纹套在 G 上。

精密螺纹的螺距是 0.5 mm ,即每旋转一周, P 前进或后退 0.5 mm 。可动刻度分成 50 等分,每一等分表示 0.1 mm ,即可动刻度每转过一等分, P 前进或后退 0.01 mm 。因此,从可动刻度旋转了多少个等分就知道长度变化了多少个 0.01 mm 。

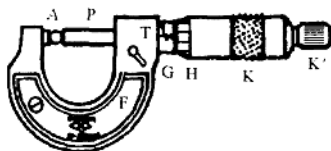


图 1-1

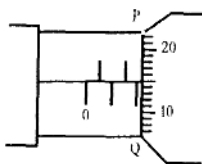


图 1-2

实验步骤:① 测量前使测微螺杆 P 和小砧 A 并拢,可动刻度 H 的零刻度与固定刻度 G 的轴向线应在固定刻度的零刻度线处对齐,否则应加以修正。② 旋动旋钮 K ,将测微螺杆 P 旋出,把被测的圆柱体放入 A 、 P 之间的夹缝中,转动 K ,当 P 将要接触圆柱体时,再轻轻转动微调旋钮 K' ,当听到“嗒、嗒……”的声音时(表明待测物刚好被夹住),然后转动锁紧手柄 T 使 P 止动。③ 读数:先在固定刻度尺上,找出距可动刻度尺边缘线(图 1-2 中的 PQ 线)最近的那条刻度线,它与固定刻度尺零线间的格数乘以 0.5 mm ,就是被测长度不小于 0.5 mm 部分的读数。例如:图 1-2 所示的情况,被测长度不小于 0.5 mm 部分的读数为 $4 \times 0.5\text{ mm} = 2\text{ mm}$ 。再找出与轴向线对应的可动刻度尺的刻度,这个刻度与可动刻度尺零线间的格数乘以 0.01 mm ,就是被测长度小于 0.5 mm 部分的读数。例如图 1-2 所示的情况,与轴向线对应的可动刻度尺的刻度为 14.0 (其中“ 14 ”是准确的格数,“ 0 ”是估读的格数),被测长度小于 0.5 mm 的读数为 $14.0 \times 0.01\text{ mm} = 0.140\text{ mm}$ 。以上两部分相加就是螺旋测微器的读数,图 1-2 图示的情况螺旋测微器读数为 2.140 mm 。

注意事项:① 测量时,当 P 将要接触被测物体时,要停止使用 K ,改用 K' ,以避免 P 和被测物体间产生过大的压力,这样,既可以保护仪器又能保证测量结果准确。② 读数时,要注意固定刻度上表示半毫米的刻度线是否已经露出。读数时要准确到 0.01 mm ,估读到 0.001 mm ,即测量结果若用 mm 为单位,则小数点后面必须保留三位。③ 测量圆柱体直径时,应在三个不同位置上各测量一次,求出它们的平均值。④

测量完毕应用软布将千分尺擦拭干净,并在小砧与测微螺杆之间留出一点间隙后,再放入盒内。

2° 游标卡尺

游标卡尺由两个主要部分构成: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 ,如图 1—3 所示,游标尺上有一个制动螺丝,旋紧螺丝可以使游标尺固定在主尺上,主尺和游标尺都附有测脚,在图中,上边是内测脚,用来测槽宽和管

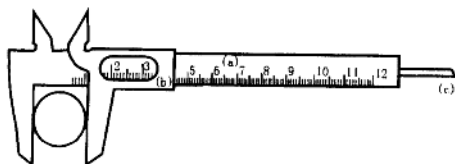


图 1—3

的内径;下边是外测脚,用来测物体的厚度或管的外径,有些游标卡尺在主尺背后嵌着一根窄片 c ,它和游标尺固定在一起,随着游标尺沿主尺滑动,用来测量槽或孔的深度。常见的游标卡尺按游标尺刻度的格数分下列三种。

游标尺 (mm)			精度 (mm)	测量结果(游标尺上第 n 个格与主尺上的刻度线对正时)(mm)
刻度格数	刻度总长度	每小格与 1 毫米差		
10	9	0.1	0.1	主尺上读的毫米数 + 0.1 n
20	19	0.05	0.05	主尺上读的毫米数 + 0.05 n
50	49	0.02	0.02	主尺上读的毫米数 + 0.02 n

表中 n 为游标尺上对齐的刻度线与游标尺上的零刻度线间的格数。上表可用公式表示为 $S = L + n/A$ 。式中 S 为被测物体长度的测量值, L 为主尺读数, A 为标上总的等分格数, n 为游标上与主尺重合的第 n 条刻度线。

3° 天平

用途:测量物体的质量

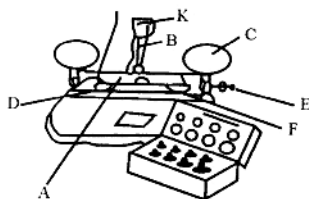


图 1—4

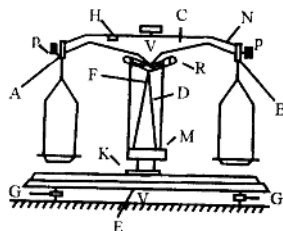


图 1—5

构造:图 1—4 为托盘天平和砝码,图 1—5 为物理天平。

原理:平衡时, $m_{\text{物}} \cdot gl = m_{\text{码}} gl_2$, $\therefore l_1 = l_2$, $\therefore m_{\text{物}} = m_{\text{码}}$.

天平的调节

(1) 托盘天平的调节

① 应把天平放在水平桌面上.

② 先把游码放在标尺左端的“0”点上.

③ 然后旋动横梁右端的平衡螺母 E , 使指针 B 对准刻度线 K 的中央, 这就表示横梁平衡了.

(2) 物理天平的调节

① 先调底板水平, 调节调平螺旋 G , 观察重锤 M , 直至底板水平为止.

② 再调天平平衡, 将游码 H 置于横梁 N 上游码标尺的“0”位置上, 调节横梁两端的调平衡螺母 P , 旋转止动旋钮 E 升起横梁, 观察指针 D , 直至指针 D 指在标尺 K 的中央为止.

测量方法: ① 托盘天平的测量方法

测量时, 将被测物体放在左盘里, 估计被测物体的质量, 选择适当的砝码放在右盘里, 然后适当地增减砝码, 并调节游码的位置, 直到指针指在刻度线的中央, 横梁平衡为止, 这时盘里砝码的总质量加上游码所对的刻度值, 就等于被测物体的质量.

② 物理天平的测量方法

先将天平横梁止动, 将被称量的物体放在左边的天平盘里, 在右边的天平盘里放砝码, 然后使横梁升起, 观察天平是否平衡, 如果不平衡, 适当增减右盘里的砝码或向左右移动游码, 直到平衡为止, 这样右边盘里的砝码总质量与游码尺上的示数之和, 就等于所称物体的质量, 多做几次取平均值.

注意事项: ① 不要用手接触砝码或天平盘子, 不要把脏、湿东西或化学药品直接放到天平盘里. 砝码使用完毕立即放回砝码盒里. 放物、添减砝码都要轻拿轻放, 以保护两边刀口.

② 对于物理天平, 要注意保护中央刀口, 横梁要经常放在止动位置, 放物、添减砝码, 调整平衡螺旋(即平衡砣)时, 横梁都要止动. 只有当观察天平是否平衡时, 才能旋转止动旋钮, 将横梁升起, 让刀口支在浅槽中, 观察完应立即旋回止动位置.

③ 加在天平上的质量不能超过它的称量范围, 否则会损伤天平.

4* 电流表和电压表

电流表用来测量电路中的电流强度, 电压表用来测量电路中两点之间的电压, 使用时注意: ① 机械零点的调整, 在不通电时, 指针应指在零刻度的位置. ② 选择适当量程, 估算电路中的电流和电压, 指针应偏转到满刻度的 $\frac{1}{3}$ 以上, 若无法估算电路中的电流和电压, 则应先选用较大的量程, 再逐步减小量程. ③ 正确接入电路, 电流表应串联在电路中, 电压表应并联在电路中, 两种表都应使电流从正接线柱流入, 负接线柱流出. ④ 正确读数, 根据所选量程的准确度, 正确读出有效数字和单位. ⑤ 注意内阻, 电流表和电压表一方面作为仪器使用, 同时又是被测电路中的一个电阻, 实验中没有特别要求时, 一般不考虑它们的内阻对电路的影响, 但在有些测量中, 不能忽视它们的内阻对被测电路的影响, 如伏安法测电阻等.

5* 电阻箱

电阻箱是由多个电阻串联而成,它的原理是通过改变串联电阻的个数,从而达到改变电阻的目的.它的使用是为实验提供一个可变电阻,它和滑动变阻器的区别:电阻的阻值可从电阻箱上直接读出,而滑动变阻器的阻值不能直接读出.

电阻箱有插头式和转柄式两种.转柄式电阻箱的面板如图 1—6 所示,使用时两接线柱接入电路,调节面板上的四个旋钮就能得到 0—9999 Ω 之间的任意整数电阻值.各旋钮对应指示点的数值乘以面板上标记的倍数再相加,就是接入电路的电阻值.例如 $\times 1000$ 对应 3, $\times 100$ 对应 6, $\times 10$ 对应 0, $\times 1$ 对应 8, 则阻值 3608 Ω . ① 电阻箱接入电路时,阻值要大一些,以免电路电流太大烧坏电表. ② 需要将电阻箱阻值调小时,要先调大再调小,例如 210 Ω ,先调为 219 Ω ,再调为 209 Ω ,不能先调为 200 Ω ,再调 209 Ω . ③ 需要将电阻箱阻值调大时,要先调大,再调小,例如 9 Ω 先调为 19 Ω ,再调为 10 Ω ,不能先调为 0 Ω ,再调为 10 Ω . ④ 电阻箱接入电路也应注意它的允许电流,以免超过它的允许电流而测量不准或烧坏电阻箱.

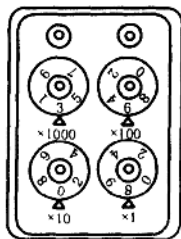


图 1—6

【考点例析】

【例 1】(1994 年全国高考题)游标卡尺的主尺最小分度为 1 mm 游标上有 20 个小的等分刻度,用它测量一工件的内径,游标卡尺的示数如图 1—7 所示,该工件的内径为 _____ mm

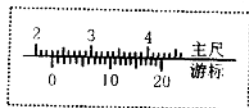


图 1—7

【解析】游标卡尺的读数规则是:整毫米数由主尺上读出,游标尺的第几刻度线与主尺某一刻度线重合或靠得最近,毫米以下的读数就是几分之几

毫米.若游标尺上有两根刻度线与主尺的刻度线接近程度相仿,则应估读 $\frac{1}{2n}$ mm (n 为游标尺分度数).本例游标尺上有 20 个分度,则 $n = 20$;游标尺零刻度对准主尺的 23 mm 到 24 mm 对齐,所以工件的内径 $d = 23 \text{ mm} + \frac{17}{20} \text{ mm} = 23.85 \text{ mm}$.

【答案】23.85

【说明】游标卡尺的精确度与其构造有关.若游标卡尺长 9 mm,并分成 10 格,其精确度为 $\frac{1}{10}$ mm;若游标尺长 19 mm,并分成 20 格,其精确度为 $\frac{1}{20}$ mm;若游标尺长 49 mm,并分成 50 格,其精确度为 $\frac{1}{50}$ mm.根据游标卡尺的构造原理,不难得出上述读数规则.

【例 2】(1999 年全国高考题)用游标为 50 分度的卡尺(测量值可准确到 0.02 mm)测定

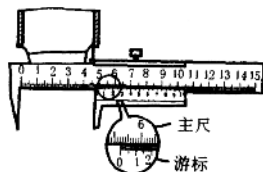


图 1—8

某圆筒的内径时,卡尺上的示数如图 1—8,可读出圆筒的内径为 _____ mm

【解析】主尺读数为 52 mm,游标每一分度是 0.02 mm,其上第 6 条刻度线与主尺上毫米刻度线对齐,故卡尺读数是 $(52 + 6 \times 0.02)$ mm = 52.12 mm.

【答案】52.12

【例 3】(1992 年全国高考题)在测定金属丝的直径时,螺旋测微器的读数如图 1—9 所示.可知该金属丝的直径 $d =$ _____ $\times 10^{-3}$ m.

【解析】主尺读出 0.5 mm,该尺的可动部分是 50 等分,而每一等分表示 0.01 mm,因此,可动部分应该读出 40.0×0.01 mm = 0.400 mm,故答案为 0.900×10^{-3} m.

【答案】0.900

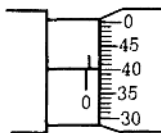


图 1—9

【例 4】(1999 年上海高考题)在做“用单摆测定重力加速度”的实验时,用摆长 l 和周期 T 计算重力加速度的公式是 $g =$ _____.

如果已知摆球直径为 2.0 cm,让刻度尺的零点对准摆线的悬点,摆线竖直下垂,如图 1—10 所示,那么单摆摆长是 _____.

如果测定了 40 次全振动的时间

如图 1—10 中秒表所示,那么秒

表读数是 _____ s,单摆的摆

动周期是 _____ s.

【解析】由单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 得 $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$. 图中读出长度 $l = 88.40$ cm,则摆长 L

$= 88.40 - \frac{d}{2} = 87.40$ cm,短针

是分针,一格是 60 s,长针是秒针,长针又指 15.2 s,故秒表读数是 $t = 60$ s + 15.2 s = 75.2 s. 单摆周期 $T = \frac{t}{n} = \frac{75.2}{40}$ s = 1.88 s.

【答案】 $4\pi^2 L/T^2$, 87.40 cm, 75.2, 1.88

【例 5】(1992 年全国高考题)一量程为 0.6 A 的电流表,其刻度盘如图 1—11 所示.今在此电流表的两端间并联一电阻,其阻值等于该电流表内阻的 $\frac{1}{2}$,使之成为一新的电流表,则如图 1—11 中,刻度上的每一小格表示 _____ A.

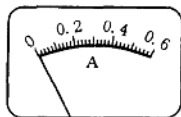


图 1—11

【解析】原来刻度盘上每一小格表示 0.02 A. 当并联一

个电阻值等于电流表内阻 $\frac{1}{2}$ 的电阻后,通过这个电阻的电流是通过电流表电流的 2 倍,总电流是只有电流表一条通路时电流的 3 倍,因此此时电流表每一小格表示 0.06 A.

【答案】0.06