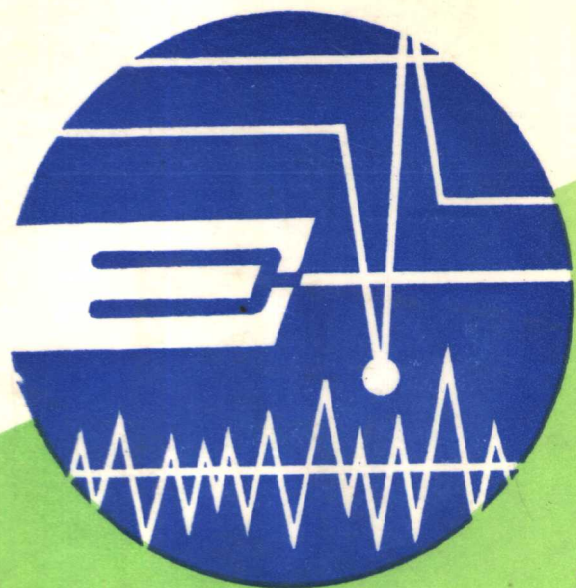


中学物理实验指导



ZHONGXUE
WULI SHIYAN
ZHIDAO

金盾出版社

576222 5/5

中学物理实验指导

赵明大主编

金盾出版社

内 容 提 要

本书由北京几所重点中学的高级教师编写。根据中学物理教学大纲的要求和高考复习的需要，对现行中学物理课本39个实验作了系统讲解，说明实验的目的、原理、器材、步骤、注意事项、记录表格、数据处理方法、误差及其原因分析等。每个实验之后都有测试题，供学生自我检测时使用。测试题包括填空、选择、判断、思考、问答、作图、计算等多种题型。书末附有测试题的答案、提示或解答。

本书可供中学学生和教师在日常学习和高考总复习时参考。

中学物理实验指导

赵明大主编

金盾出版社出版发行

北京复兴路22号南门

(地铁万寿路站往南)

邮政编码: 100842

电话: 815453

北京百花印刷厂印刷

各地新华书店经销

开本: 32 印张: 6 字数: 134千字

1990年4月第1版 1990年4月第1次印刷

印数: 1-30000册 定价: 2.50元

ISBN 7-80022-174-1/G·10

前 言

本书根据国家教委颁布的新教学大纲和各地高考总复习的需要编写。书中对现行中学物理课本39个实验作了系统讲解，其中力学实验17个，热学实验5个，电学实验13个，光学实验4个。《力学实验的基本仪器及其使用》和《电学实验的基本仪器及其使用》，集中介绍了中学物理实验常用基本仪器的构造、性能、规格、使用方法、注意事项、读数规则等。其他37个实验，介绍了实验的目的、原理、器材、步骤、注意事项、记录表格、数据处理方法、误差及其原因分析等。在37个实验中有部分初中实验，它们是学习高中实验所必须的基础。对教学大纲中规定的选作实验，均用星号“*”标明，若复习时间紧，可以不复习。为了防止学生死记硬背实验的原理、步骤和注意事项，本书着重讲清道理，说明思路，便于学生理解。在个别实验中，实验步骤的写法跟一般读物不同，这样做可以给学生留下较多的思考余地。

在中学物理实验的教学和复习中，普遍感到实验测试题比较缺乏。本书编写时特别注意了实验试题的收集、整理和开发，给每个实验都配备了一定数量的测试题，供学生自我检测时使用。测试题包括填空、选择、判断、思考、问答、作图、计算等多种题型。本书的第五部分，对简单的题目给出了答案，对较复杂的题目给了提示或解答，难度较大的题目用星号“*”注明，供基础好的学生选用。

本书由北京出版社赵明犬主编，北京市物理实验中心备课组的高级教师张景林、刘彬生、李允文、陈充辰、季如生、汪

维澄等编写。

书中不妥之处，欢迎批评指正。

编 者

1989. 11.

目 录

第一部分 力学实验	(1)
一 力学实验的基本仪器及其使用.....	(1)
二 测定物质的密度.....	(12)
三 滑动摩擦力实验.....	(14)
四 大气压强的测定.....	(17)
五 研究物体的沉浮条件.....	(19)
六 测定滑轮组的机械效率.....	(23)
七 共点的两个力的合成.....	(27)
八 有固定转动轴物体的平衡.....	(31)
九 打点计时器的使用.....	(36)
十 测定匀变速直线运动的加速度.....	(39)
十一 验证牛顿第二定律.....	(43)
十二 研究平抛物体的运动.....	(47)
十三 碰撞中的动量守恒.....	(50)
十四 验证向心力公式*.....	(53)
十五 验证机械能守恒定律.....	(56)
十六 用冲击摆测弹丸速度*.....	(59)
十七 用单摆测重力加速度.....	(63)
第二部分 热学实验	(66)
十八 温度的测量.....	(66)
十九 测定物质的比热.....	(68)

二十	研究萘的溶解过程	(73)
二十一	验证玻意耳-马略特定律	(76)
二十二	验证理想气体状态方程	(82)
第三部分 电学实验		(85)
二十三	电学实验的基本仪器及其使用	(85)
二十四	测定小灯泡的功率	(92)
二十五	伏安法测电阻	(94)
二十六	简单照明电路实验	(97)
二十七	测定金属的电阻率	(98)
二十八	把电流表改装为伏特表	(103)
二十九	用安培表和伏特表测量电池的电动势 和内电阻	(110)
三十	练习使用万用表测电阻	(116)
三十一	电场中等势线的描绘	(122)
三十二	研究电磁感应现象	(126)
三十三	练习使用示波器	(131)
三十四	用示波器观察交流电的波形	(135)
三十五	安装简易的收音机*	(138)
第四部分 光学实验		(140)
三十六	测定玻璃的折射率	(140)
三十七	探索凸透镜成像的规律	(143)
三十八	测定凸透镜的焦距	(145)
三十九	观察干涉和衍射现象	(147)
第五部分 答案、提示或解答		(150)

第一部分 力学实验

一 力学实验的基本仪器及其使用

力学实验中常用的测长度的仪器有刻度尺、卡尺、千分尺（或叫螺旋测微器）等；测质量的仪器有天平、杆秤等；测时间的仪器有秒表、打点计时器等；测力的仪器有弹簧秤。

【刻度尺】

1. 刻度尺的种类 常见的刻度尺有卷尺、盒尺、米尺、钢板尺等。它们的最小刻度有厘米、半厘米、2毫米、毫米、半毫米等几种。

2. 刻度尺使用方法 测量时要使刻度尺与被测长度重叠或平行对齐，如图1-1所示；尺与被测物要贴紧，如图1-2所示；目光应正视，如图1-3所示。

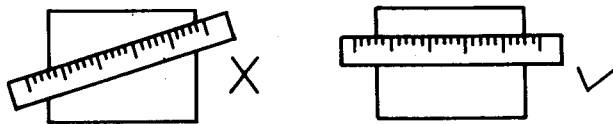


图1-1

测量球体直径时，可用卡钳或直角三角板辅助测量，测量方法如图1-4所示。

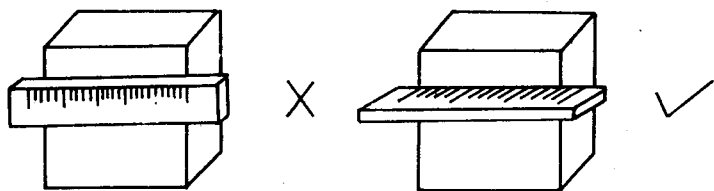


图1-2

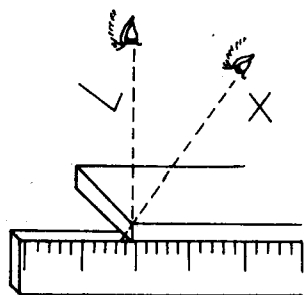


图1-3

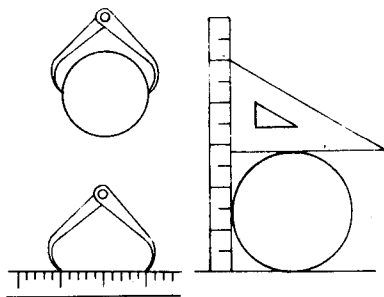


图1-4

3. 刻度尺读数法 由于刻度尺的最小刻度不同，因而测量结果的精度也不同，读数时应特别小心。

最小刻度为厘米的尺，以厘米为计量单位，读数时，有效数字应读到小数点后1位，测量结果的最大误差不大于0.5厘米。

最小刻度为0.5厘米的尺，以厘米为计量单位读数时，有效数字的位数跟最小刻度为厘米的尺一样，只能估读到小数点后1位，但测量结果的最大误差不大于0.25厘米。也就是说，使用最小分度为1厘米和0.5厘米的刻度尺，测量同一个长度时，测得的有效数字的位数是相同的，只是测量结果的最大误差不同罢了。

最小刻度为2毫米的刻度尺，每1厘米内有五格。读数时，若以厘米为计量单位，可以估读到小数点后两位。测量的最大误差不大于半格的长度，即不大于1毫米。

最小刻度为1毫米的尺，以毫米为计量单位，有效数字应读到小数点后1位，最大测量误差不大于0.5毫米。

最小刻度为0.5毫米的尺，读出的有效数字的末位与最小刻度为1毫米的尺相同，只是最大误差较小，不大于0.25毫米。

将以上分析的结果列成表1-1。

表1-1

最小刻度 (cm)	有效数字 (cm)	最大误差 (cm)
1	小数点后1位	不大于0.5
0.5	同上	不大于0.25
0.2	小数点后2位	不大于0.1
0.1	同上	不大于0.05
0.05	同上	不大于0.025

由表1-1可知，将刻度尺最小格等分为两份后，测出的有效数字末位数与原尺一样；若最小格等分为五份，则测出的有效数字将多一位，这个规律可用于弹簧秤、天平等量具的读数中。

【卡尺】

1. 卡尺的构造 卡尺的构造如图1-5所示。用它的外卡脚可以测量厚度、圆柱外径。用它的内卡脚可以测量圆筒的内径。用它的镶条可以测量槽的深度。

2. 卡尺的使用方法 为了减少测量的偶然误差，测量时常从物体的不同方位进行测量，再取各次测量结果的平均值。例

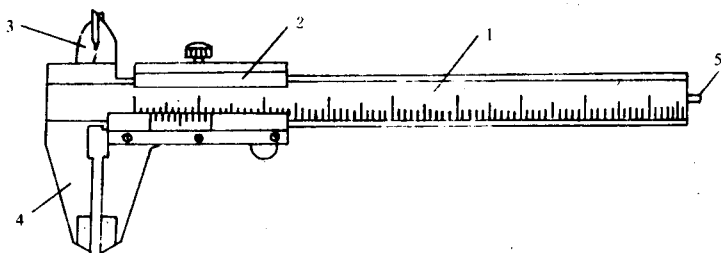


图1-5

1-主尺 2-游标尺 3-内卡脚 4-外卡脚 5-镶条

如测圆筒的外径时，在圆筒的横截面上放外卡脚，每转动圆筒 ($180^\circ/n$)测一次，共测 n 次，再取 n 次测量结果的平均值。

3. 卡尺的原理和读数方法 用卡尺测量的结果比刻度尺精确，这是卡尺的构造所决定的。卡尺的游标尺刻度与主尺（标准尺）不同，刻度间隔较小。用卡尺测量时，被测长度中大于1毫米的长度用主尺去测量，小于1毫米长度的部分用游标尺测量，从而达到提高测量精确度的目的。

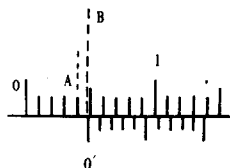


图1-6

以游标尺为10格的卡尺为例来研究。游标尺上10格长只有9毫米，即游标尺上每格比主尺上每格小 $1/10$ 毫米，实长为 $9/10$ 毫米，如图1-6所示。测量时，由游标尺零刻线在主尺上的位置 $O'B$ 线，可以读出以毫米为单位的整数部分的长 OA （图中为4毫米）。以毫米为单位的小数部分的长由游标尺读出。图中游标尺的第9条刻线正好与主尺上的刻线对齐，由此向左看，游标尺上经过9格到达零刻线，主尺上经过9格到达 A 线，两尺

9格的长度差正好是所需测量的小数部分的长度AB。已知主尺每格比游标尺每格长0.1毫米，因而AB长为0.9毫米。

游标尺可以做成10格、20格、40格等不同规格，它们的最大测量误差分别为0.1毫米、0.05毫米、0.025毫米。但测量的有效数字，若以毫米为单位都只能读到小数点后两位。

表1-2列出几种卡尺的规格、测量的最大误差及有效数字的最小位数（以mm为单位）。

表1-2

游标尺 格数	每格实 长(mm)	每格比1毫 米短(mm)	最大误差 (mm)	有效数字最 小位数(mm)
10	0.9	0.1	<0.1	小数点后2位
20	0.95	0.05	<0.05	同上
40	0.975	0.025	<0.025	同上

【千分尺】

1. 千分尺的构造和原理 千分尺（又叫螺旋测微器）的构造如图1-7所示。

它的鼓轮与活动卡脚固定在一起，活动卡脚的后端是螺杆，与螺杆配合的螺母则固定在套管上。这样，鼓轮与

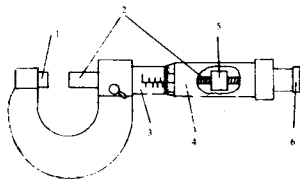


图1-7

- 1-固定卡脚 2-活动卡脚 3-套管
4-鼓轮 5-螺母 6-保护旋钮

活动卡脚随螺杆在螺母中一起转动，而且每转一周，横向移动一个螺距H，鼓轮端面圆周上的每一点，同时转过一个周长，这些点转动的弧长S与它们的横向位移h之间的关系为 $S=2\pi$

$R \frac{h}{H}$ ，式中 R 为鼓轮端面圆周的半径。只要测出 S ，就可以由上式求出 h ，由于 $(2\pi R/H) > 1$ ，所以千分尺把被测量的长度 h “放大”成较长的 S ，再对 S 进行测量，以达到提高测量精度的目的。举例来说，设 $R=10$ 毫米， $H=0.5$ 毫米，则放大倍数 $(2\pi R/H) = 2 \times 3.14 \times 10 / 0.5 = 125.6$ ，于是，可以用米尺（最小刻度为毫米）测量出 $1/125.6$ 毫米的微小长度。

2. 千分尺读数方法 千分尺上有主尺和副尺，套管上的刻度部分是主尺，鼓轮上的刻度部分是副尺，螺距为 0.5 毫米。鼓轮端面圆周上副尺的刻度等分为 50 格，每格对应 $0.5/50 = 0.01$ 毫米，因而测量可以精确到 0.01 毫米，最大误差不大于 0.005 毫米，以毫米为单位，有效数字可以记到小数点后三位。

千分尺主尺的刻度每格 0.5 毫米。读数要分两次进行，先由鼓轮端面所在的主尺上的位置，从主尺上读出第一个数，它应是 0.5 毫米的整数倍；再由主尺上带刻度的主线在副尺上的位置，读出第二个数，将这两个数相加，得到测量结果。

图1-8中各尺的读数，列于表1-3中，供学习参考。

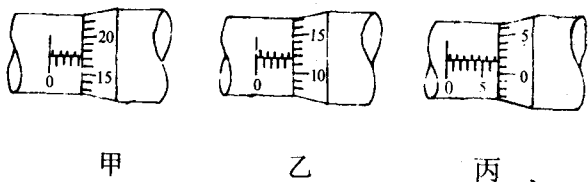


图1-8

【天平】

1. 天平的构造 天平的构造如图1-9所示。天平实际上是一个杠杆，支点在中央刀口 C 处， C 置于刀座上，使横梁能自由

表1-3

图号	主尺读数 (mm)	副尺读数 (mm)	测量结果 (mm)
甲	4	0.172	4.172
乙	4.5	0.117	4.617
丙	6.5	0.017	6.517

转动。横梁两端的刀口A与B上分别挂着I、II号吊架，其上放着相应的I、II号称盘。

2. 天平的使用方法 称量前，应先做好如下工作：

(1)调底板水平。调节底板上的螺栓，使重锤线小锥体的锥尖与底板上的小锥体的锥尖对齐。带有水准仪的天平，调底板水平时，需将气泡调到玻璃泡的中央位置。

(2)调横梁水平。先检查左、右吊架及称盘的编号是否正确，它们的左、右位置不可调换，否则无法将横梁调成水平。再将游码放于横梁刻度尺的零刻线处，调节横梁两端的配重螺母，使天平的指针正对刻度盘的中心。

(3)测出刻度盘上1小格所对应的质量。在横梁调水平后，将游码向右拨1格，等天平静止后，看指针在刻度盘上偏了几格，如果偏了n格，则每格对应的质量为游码尺1格所对应的质量的 $\frac{1}{n}$ ，一般物理天平游码尺上1格对应0.02克。

3. 天平使用中的注意事项 用天平称量时，应注意以下几

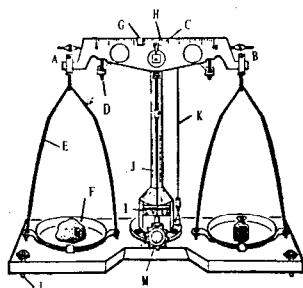


图1-9

A、B-左右刀口 C-中央刀口 D-支架
E-吊架 F-称盘 G-游码 H-横梁游标尺
I-刻度盘 J-指针 K-重锤线 L-底板螺栓
M-支架起落钮

点:

(1)称量过程中暂停称量时,应将支架D升起,使中央刀口离开刀座;称量完毕后,应使三个刀口离开刀座,以保护刀口。

(2)了解天平的称量范围及其灵敏度。一般说来,砝码的总质量对应着天平的量程,不要称量超过量程的物体,以免损坏天平。

(3)称量过程中往称盘中添放砝码时,可按砝码质量的大小,从大到小依次试放。如放某个砝码时,砝码超重,应将它放回砝码盒中,再依次往称盘中放下一个砝码;如不超重,即将该砝码留在称盘中,依次再放下一个。当所有的砝码都放过一遍后,天平仍不能平衡,就要拨动游码,将它放在某一刻线上,使天平的横梁最接近水平(刻度盘上指针离零刻线最近)。

(4)天平测得的数据,应是称盘中砝码的总质量数,游码在刻度尺上的读数,以及指针在刻度盘上的读数之和。

(5)称量时,常在左盘中放被测物体,右盘中放砝码。在这种情况下,游码尺左端第1条刻线为“零刻线”,最右端的1条刻线为“1克线”。刻度盘上,中心线以左为负值,中心线以右为正值。若在左盘放砝码,右盘放重物时,游标尺的刻度及刻度盘的正负都要反过来。

在一般情况下,指针可与零刻线重合。在要求不高时,可以忽略指针偏离零刻线的差异值,测量结果仅由砝码质量及游标尺读数两者决定。

表1-4给出了4次称量测得的原始数据,供读者作读数练习。这里,游标尺每格对应0.02克,刻度盘每格对应0.002克,做完后,对照表1-5的答案,检查你的读数是否正确。

(6)不应将砝码放在砝码盒、称盘以外的地方,也不要用手

表1-4

次数	砝码 (克)	游标尺 (格)	刻度盘 (格)	测量结果(克)
1	18	1	1	
2	35	23	-2	
3	59	37	3	
4	102	49	-5	

表1-5

次数	1	2	3	4
答案	18.022克	35.456克	59.746克	102.970克

摸砝码，以防污染。

【秒表】

1. 秒表的构造与读数方法 秒表是利用扭摆等时性原理制成的测时装置，如图1-10所示。改变游丝的长度，就可以调整扭摆的摆动周期。

秒表的表盘上有分针和秒针，如图1-11所示。表盘上的最小刻度为0.5秒，测量范围为15分钟。读数时，应特别注意：以秒为计时单位，应读到小数点后1位。

启动秒表，每过半分钟，秒针转动1周，分针走1小格。

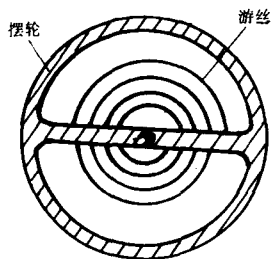


图1-10

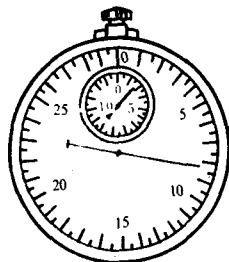
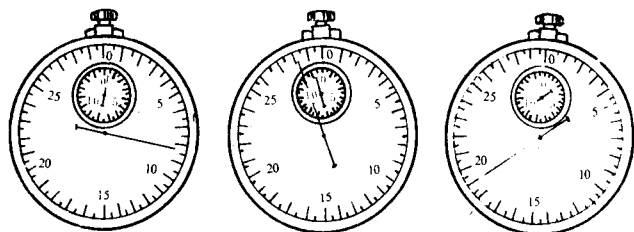


图1-11

在图1-12中，给出指针的位置，供读者作读数练习。答案在表1-6中。



甲

乙

丙

图1-12

表1-6

图1-12	甲	乙	丙
读数	8.3秒	14分28.2秒	9分49.0秒

2. 使用秒表注意事项 使用秒表计时，应注意以下几点：

- (1)先上紧动力发条，使表处于正常工作状态，可减小误差。
- (2)应用拇指关节处（此处较硬）按表的按钮，并在启动前，先将按钮往下压紧，使之处于一触即发的状态，从而缩短启动时间，减小测量误差。

(3)测完后，应将动力发条放松，即使表处于走动状态，直到自动停止。

【打点计时器】

打点计时器及它的主要组成部分如图1-13所示。当给线圈A通入50周交流电流时，它就会产生交变的磁场，将插入线圈中的振片反复磁化，使振片两端的极性随着交流电流做周期性