



中学生物理实验指导

ZHONGXUESHENG
WULI
SHIYAN
ZHIDAO

福建人民出版社

中学生物理实验指导

编 者

郑寿彭 陈心华 郑上殷 刘 通

李家宝 李江海 李绍武 王家晖

张大展 郑有志 黄锦涛

福建人民出版社

中学生物理实验指导

郑寿彭 陈心华 郑上殷 刘 通
李家宝 李江海 李绍武 王家晖
张大展 郑有志 黄锦涛 编写

福建人民出版社出版

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行

福州五中印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 4.875印张 120千字

1982年8月第1版

1982年3月第1次印刷

印数：1—27,800

书号：7173·487 定价：0.39元

前 言

物理是一门实验科学，实验是物理学的基础。通过实验，既能使学生加强对物理概念和规律的理解，又能提高实验技能和素养，而这些物理知识和实验技能，又将是他们进一步学习现代科学技术，参加四个现代化建设的基础。考虑到物理教学的实际需要，我们根据全日制十年制中学高中物理课本所规定的学生实验，编写了《中学生物理实验指导》。此书无论对学生，还是对教师都有一定的指导作用和参考价值。

本书分两部分。第一部分简要介绍中学物理实验中使用的量度工具；第二部分从实验器材、原理、方法、记录计算、观察思考到答案，详尽介绍三十一个重点实验，按力学、电学、热学和光学的体系编排，并对某些实验的方法作了些修改，个别地方有所补充。每个实验后面附有观察思考题，以期对读者会有新的启示。

希望读者使用本书时，对于每一个实验应先明确目的和原理；对给定的仪器要懂得性能与使用方法；还要学会安排实验及处理数据；力求做好每一个实验，真正收到巩固物理知识、提高实验技能的效果。

本书由福州市物理学会郑寿彭、陈心华、郑上殷、刘通、李家宝、李江海、李绍武、王家晖、张大展、郑有志、黄锦涛等同志撰写。

错误或不妥之处，敬希读者批评指正

编 者

一九八一年十月

目 录

前 言

中学物理实验中使用的量度工具	(1)
实验一 测定物质的比重	(21)
实验二 互成角度的两个力的合成	(24)
实验三 有固定转动轴物体的平衡	(28)
实验四 研究匀变速运动的规律	(31)
实验五 研究平抛物体的运动	(38)
实验六 验证牛顿第二定律	(41)
实验七 验证机械能守恒定律	(47)
实验八 研究弹性碰撞	(49)
实验九 用冲击摆测弹丸的速度	(55)
实验十 研究单摆的振动周期	(60)
实验十一 示波器的使用	(65)
实验十二 用伏安法测量电阻	(77)
实验十三 用安培表和伏特表测定电池的 电动势和内电阻	(80)
实验十四 研究电源的输出功率	(88)
实验十五 把电流表改装为伏特表	(92)
实验十六 用惠斯通电桥测电阻	(95)
实验十七 *用电势差计测定一个电池的内电阻	(98)
实验十八 研究电磁感应现象	(101)
实验十九 安装变压器模型	(104)

中学物理实验中使用的量度工具

物理学是一门以实验为基础的科学。在实验中经常要测量一些物理量，从而找出在某一物理现象中若干物理量之间的数量关系。

力学实验中使用的量度工具

力学中要测量的基本物理量是长度、质量和时间。在国际单位制中，它们的单位分别是米、千克和秒。

(一) 测量长度的工具

一、刻度尺 (直尺和卷尺)

这是大家比较熟悉的直接测量长度的工具。

刻度尺的最小分度一般只有 1 毫米，毫米以下的数字靠目测估读。因此刻度尺只用在测量精确度不太大或测量的长度比较大的场合。

把金属丝密排绕在铅笔上若干圈，如图 1 所示，用有毫米刻度的直尺也可量出金属丝的直径。



图 1

二、游标卡尺

构造原理 三用游标卡尺的构造如图 2。它的左测脚固定在主尺 a 上，其直边与主尺垂直，右测脚的直边与左测脚的直边平行，固定在游标尺 b 上，并可随同游标尺一起沿主尺滑动。上面一对的测脚直边在外侧，用以量度管的内径或

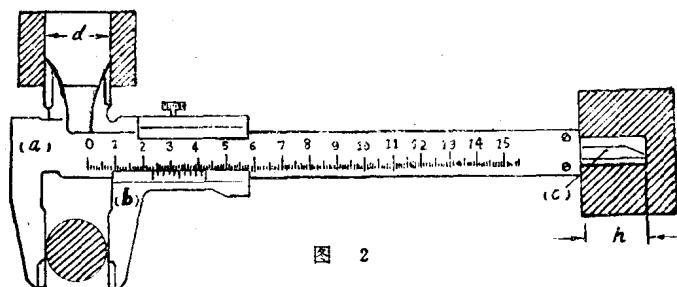


图 2

槽的宽度等。下面的一对测脚直边在内侧，用以量度厚度，外径等。固定在主尺上的窄片 c 可以伸进槽或筒的内部，量出其深度，一般可以测量十几厘米的长度。

卡尺的刻度 主尺的最小分度是 1 毫米。游标上有 10 个小等分，其总长为 9 毫米，即每一分度为 0.9 毫米，比主尺的分度小 0.1 毫米。当左、右测脚合在一起时，主尺和游标的零刻线应该重合。此时只有游标上的第 10 条刻线跟主尺的 9 毫米刻线重合，其余刻线都不重合（如图 3）。

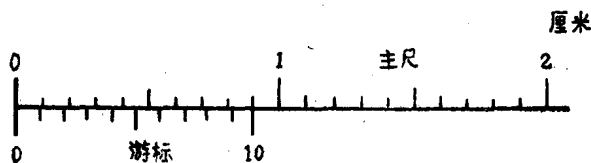


图 3 游标的刻度

在两测脚间放一张薄纸片后，游标尺就应向右移动。如果此时游标尺的第一条刻线跟主尺的 1 毫米刻线重合，其余刻线都不重合，游标尺与主尺的零刻线相距 0.1 毫米，这段距离就是两只测脚的直边的距离，也就是这张纸片的厚度。如此类推，所以，当被测薄片的厚度小于 1 毫米时，游标的第几条刻线对准主尺的某一刻线时，薄片的厚度就是零点几

毫米。

如果被测的长度大于1毫米时，由主尺上读出整的毫米数，由游标上读出零点几毫米。

如图4，表示被测长度是23.7毫

米或2.37厘米。

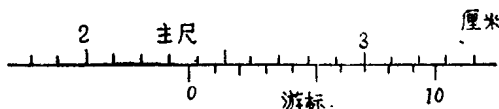


图4 游标卡尺的读法

因此，这种卡尺的测量精度到0.1毫米。

卡尺的误差 当卡尺的两测脚并拢，游标的零刻线不跟主尺的零刻线重合，卡尺就有了系统误差或零误差。如果游标的零刻线位于主尺零刻线的左侧，零误差为正，测出的数据中应加上零误差。同学们可以想一想，当零误差为负时是怎样的？卡尺在使用前，应先找出零误差。

观察与思考

0—1. 有一种游标卡尺，游标尺上有20个小等分，总长度19毫米，它的测量精度是多大？怎样读出它的数字？

0—2. 要使测量精度达到2%毫米，这种卡尺的游标应该怎样刻度？

0—3. 一把卡尺的两支测脚并拢时，游标零刻线在主尺零刻线的右侧，此时游标的第4条刻线跟主尺的4毫米刻线重合。测量时从两尺的位置关系测得某个零件的外径为23.7毫米。这个零件外径的真实值应为多大？

0—4. 怎样测量金属管的长度和内、外径？

三、螺旋测微器（外径千分尺）

这是比游标卡尺更精密的测量长度的工具，精度可达0.01毫米。

构造原理 螺栓在螺母中旋转一周，螺栓便沿旋转轴线

方向前进或后退一个螺距的距离。做一个螺距只有 0.5 毫米的螺旋，配以一个圆周很长（例如 50 毫米）的螺栓。这样，如果螺栓沿轴线方向只移动一个螺距的 $\frac{1}{50}$ ，即 0.01 毫米，圆周上的点也要沿圆周旋转 $\frac{1}{50}$ 的周长，即 1 毫米。因此，沿轴向移动的不便测量的微小距离，便“放大”为用圆周上的点移动的较大距离表示出来。这就是螺旋测微器的构造原理。

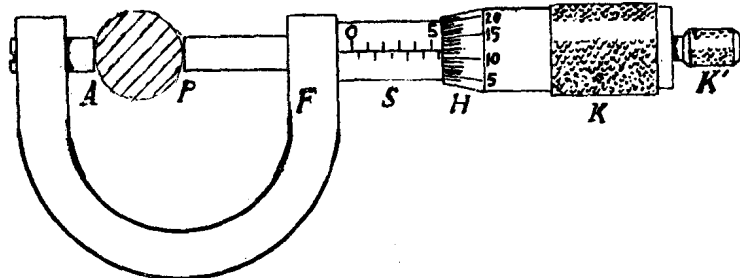


图 5 螺旋测微器

图 5 是常用的螺旋测微器。它的小砧 A 和固定刻度 S 固定在框架 F 上。旋钮 K，微调旋钮 K' 和可动刻度 H，测微螺杆连在一起，通过精密螺纹套在 S 上。

精密螺纹的螺距是 0.5 毫米，可动刻度分成 50 等分，每转过一个等分，测微螺杆 P 就前进或后退 0.01 毫米，H 转了两周，前进或后退的距离等于两个螺距，即 1 毫米。

零误差 当小砧 A 和 P 并拢时，可动刻度 H 上的零点应该恰好跟固定刻度上的零点重合，就是 H 的边缘应重合在 S 的零刻度线。且 H 上的零刻度线应跟 S 上的横线重合，否则就有零误差。每次使用前应先找出零误差，用以修正测出的数据。

使用方法 旋动 K，使测微螺杆 P 离开 A 一定距离，

把被测的物体（如薄片）放在A、P之间，旋动K使P向A靠近。当P快要靠近被测物体时，应停止使用K，改用微调旋钮K'，这样就避免在P和被测物体间产生过大压力，既保证测量精确，又可保护测微器。

数据的读取 测量完毕后，先读整数值，再读小数值。整的毫米数由固定刻度S上读出，应注意半毫米的刻线是否露出。小数部分由可动刻度H上读出，记住H上每一刻度代表0.01毫米。再估计一位读数。如图6中读数应是 $6.5 + 22 \times 0.01 + 0.007$ （这是估计的） $= 6.727$ 毫米。

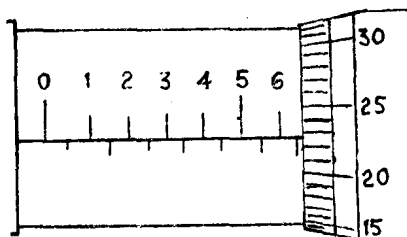


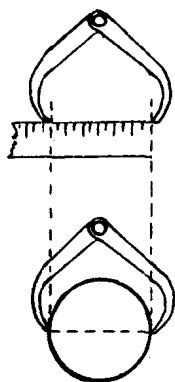
图 6

观察与思考

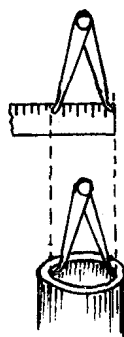
0—5. 当A、P

并拢时，两个零点不能重合，可动刻度H上的第七刻线恰好对准固定刻度S上的横线，这只测微器的零误差是多大？

0—6. 怎样用螺旋测微器来测量金属丝的外径或金属板的厚度？



外卡钳



内卡钳

图 7

四、内卡钳和外卡钳

前面是三种直接测量长度的工具，内卡钳和外卡钳是间接测量长度的工具。图7表示它们的形状和使用方法。

使用时应注意：

1. 不要用大力气使卡钳的两脚分开或合拢，更不要使两脚互相交叉，使内卡形同外卡，外卡形同内卡。

2. 微调两脚的距离时，可持着卡钳在硬物上沿着两脚的平面方向轻轻敲击它的一脚。

五、精密的长度测量，可以利用激光。（略）

（二）测量质量的工具

测量质量的工具很多，常用的是天平。

构造原理

天平的构造如图8

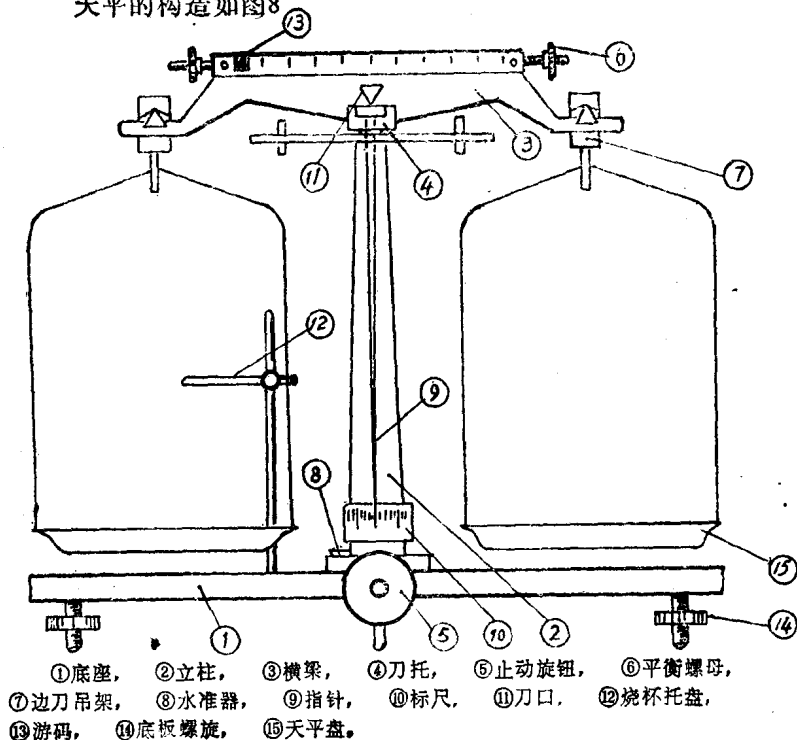


图 8

它的原理是：当天平平衡时，以 O 为支点，有

$$F_1 \cdot AO = F_2 \cdot OB$$

因天平是等臂的，

$$AO = OB$$

$$\therefore F_1 = F_2$$

F_1 和 F_2 数值上分别等

于放在左、右两盘中物体和砝码的重量 G_1 和 G_2 ，

$$\therefore G_1 = G_2$$

$$m_1 g = m_2 g$$

$$m_1 = m_2$$

$\therefore$ 物体的质量等于砝码的质量。

每架天平都配有一套砝码，砝码的质量通常是：

- 1) 1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50, 100, 200, 200, 500克，
- 2) 10, 20, 20, 50, 100, 200, 200, 500毫克。

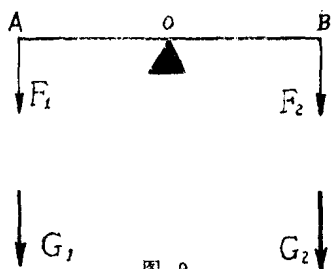


图 9

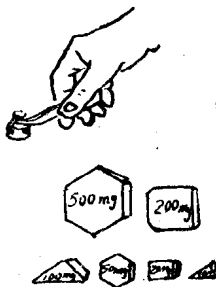
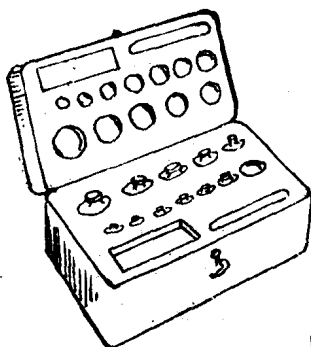


图 10

天平的调节

1. 使天平的底板水平。

调节底板下面的螺旋，使水准器的气泡在正中央（或使

重垂线所挂的小锤的尖端跟底板上小锥体的尖端正对)，这就表示底板已调成水平。

2. 使天平平衡。

先将游码移至零点，调节横梁两端的螺旋，使指针指在标尺的中央，这就表示天平已平衡了。

每次调节横梁两端的螺旋时，都要转动止动旋钮，使天平止动。

天平的使用规则

1. 不要用天平来称量超出它称量范围的物体。

2. 不要把湿的、脏的东西或化学药品直接放在天平盘里，不要用手接触盘子，以防盘子生锈或被腐蚀。

3. 只许用镊子夹取砝码，轻拿轻放，用毕应放回砝码盒内。不能任意放在别的地方，以防砝码生锈。

4. 微量调整可移动游码位置，游码杆上标的是毫克数。

5. 只在观察天平是否平衡时才能让中央刀口支在浅槽中，此外都要止动。

6. 称量时，先转动起动手，使横梁搁在休息架上。然后将待称的物体放在左盘，砝码放在右盘，再转动把手使横梁升起，观察指针是否指在零点。如不在零点，则放下横梁增减砝码，再升起横梁，观察指针的摆动，直到平衡为止，这时所放砝码的总质量，就是被称物体的质量。

7. 天平用毕要保护好，不要放在容易震动的地方，不要让太阳直接照晒，不要放在高温附近或潮湿的地方。

观察与思考

0—7. 天平横梁轻微摆动时，你怎样知道天平是平衡还是偏向一侧？

0—8. 用一架不等臂天平称物体，物放在左盘时，放

在右盘中砝码的质量为 m_1 ；物体在右盘时，放在左盘中砝码的质量 m_2 。求物体的质量。

(三) 测量时间的工具

一、秒表（手动的或电动的）

二、节拍器

调节摆杆上重物的位置，指示出每分钟摆杆完全振动的次数。每当摆杆由一侧摆到另一侧的极端位置时，发出“哒”的音响，便于计算。

三、打点计时器

打点计时器能够在穿过它的纸带上每隔相等的时间打点，如图11所示。它主要由电磁线圈、衔铁、二极管、底座等部件组成。当线圈中通过被二极管阻断半周的半波直流电流时，谐振频率略高于电源频率的衔铁，按电源频率打点计时。接通的电源是交流6伏，50赫低压电源，各部件名称见图11中标注。

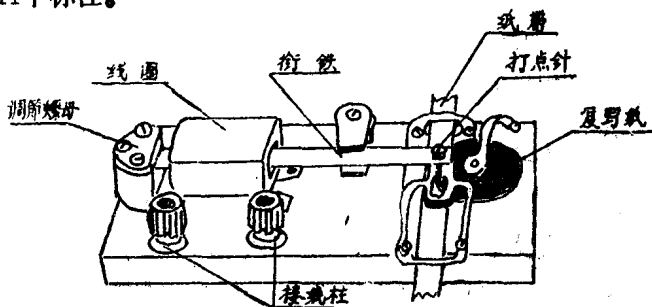


图 11

四、闪光照片

让照相机隔相等的时间曝光一次，在底片上就留下运动

物体在相等时间间隔末的位置的象。

图12是一个自由落体每隔 $\frac{1}{30}$ 秒的闪光照片。(旁边是长度的缩尺,其单位是厘米)

五、利用电磁振动器的划针划出一列波浪形条纹。因为振动的频率是相同的,从中也可量出相同时间内运动的位移。

图13是划针在自由落下的玻璃板上划出的图样。图13中我们取每3个完全振动的的时间作为一个单位时间,即 $\Delta T = 3/f$,其中振动器的频率 f 为已知。量出 S_1 和 S_2 ,重力加速度 g 可求。

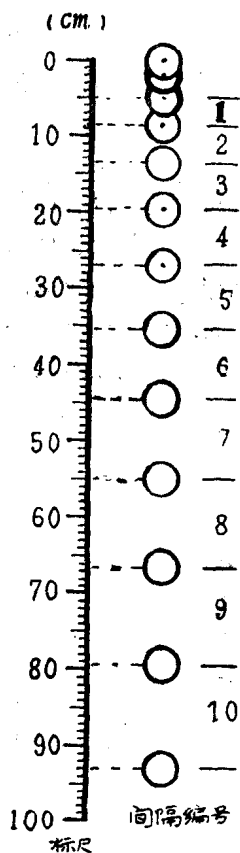


图 12

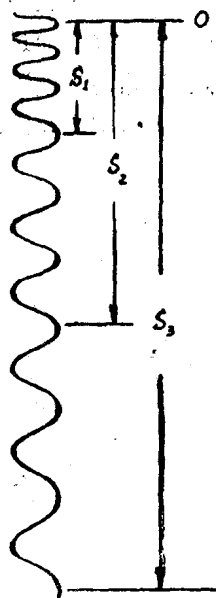


图 13

主要电学仪器的使用

一、安培表的使用

将一个低阻值的分流电阻并联在电流表（毫安表或微安表）上就成为一只安培表（如图14）。由于安培表的内阻都很小，应特别注意防止短路。

使用安培表时应注意：

1. 使用前先将指针调零。
2. 必须和被测电流的电路串联，不能并联。

3. 应让电流从安培计的正接线柱流入，负接线柱流出。

4. 为了防止太大的电流通过安培表，致使烧坏表头线圈或打坏指针，因此对电流大小尚不了解的电路，应先估算并触

接在大量程上，再根据情况改换较小量程，最好让指针指在表面刻度的中间部分，读数较为准确。

5. 读数时，视线应垂直于刻度盘，再根据使用的那一个量程，正确读出结果。

二、伏特表的使用

伏特表的表头也是电流表，只不过是串联一个高阻值的分压电阻（如图15），伏特表的内阻都很大。

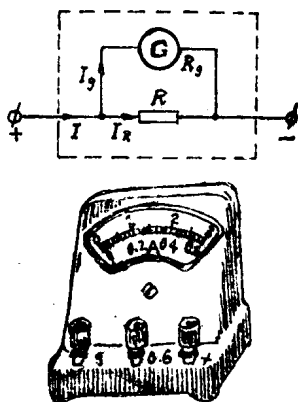


图 14

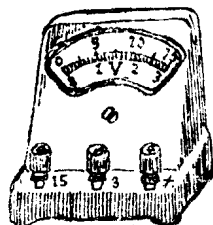
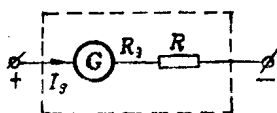


图 15

使用伏特表的注意事项跟使用安培表类似，所不同的是伏特表必须和被测电压的那段电路并联。

观察与思考

0—9. 为什么安培表的内阻越小越好，而伏特表的内阻却越大越好？

0—10. 图16中安培表和伏特表接错了，将会发生什么问题？

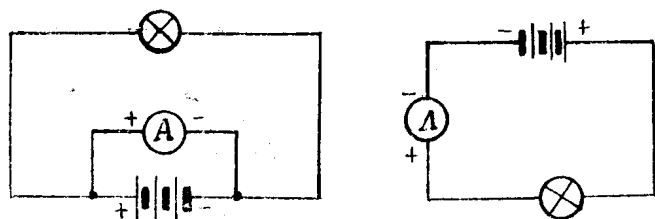


图 16

三、欧姆表的使用

1. 构造：欧姆表是由电流表 G ，可变电阻（调零电阻） R 和电池串联组成（如图17）。

2. 原理：欧姆表是根据闭合电路的欧姆定律制成的。当外电路接上电阻 R_x 时，与欧姆表内部构成闭合电路。根据 $I = \frac{\varepsilon}{R_g + r + R + R_x}$ ，该电路的电流 I ，将随着 R_x 的变化而变化，即每一个 R_x 值都有一个电流强度值 I

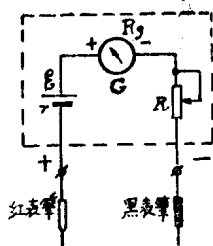


图 17

与之对应。这样，如果我们在刻度盘上直接标出与 I 对应的电阻 R_x 的值，就只要用红、黑表笔分别接触待测电阻的两端，就可以从表盘上直接读出它的阻值。