

无敌®

SUPER

高中要点双拼系列

# 物理实验

依据新课标教材编写

物理实验 VS 化学实验

高中物理精华中的精华

必修和选修一网打尽

4 部分超重要知识集萃，29 个必备实验精配例题

超大内存的随身本，

每一册都涵盖两本书的精华



外文出版社  
FOREIGN LANGUAGES PRESS

无敌®

SUPER

高中要点双拼系列

# 物理实验

依据新课标教材编写

物理实验 VS 化学实验

高中物理精华中的精华

必修和选修一网打尽

4 部分超重要知识集萃，29 个必备实验精配例题

超大内存的随身本，

每一册都涵盖两本书的精华



外文出版社  
FOREIGN LANGUAGES PRESS

无敌®  
SUPER

高中要点双拼系列

# 化学实验

依据新课标教材编写

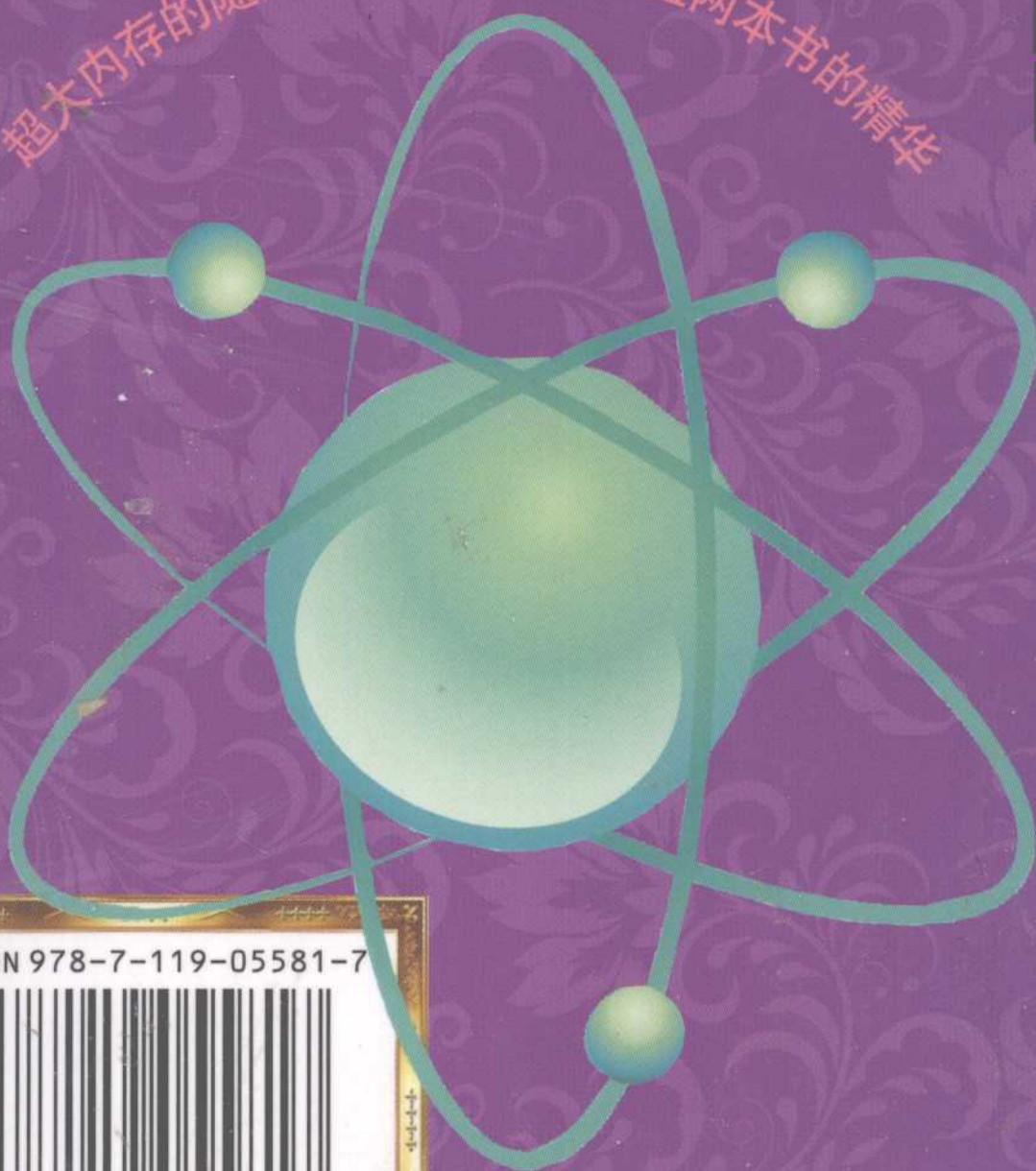
化学实验 VS 物理实验

高中化学精华中的精华

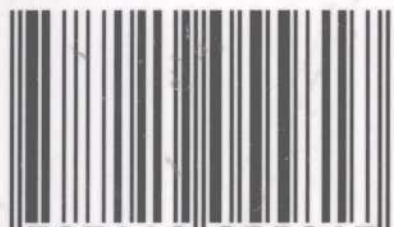
必修和选修一网打尽

3 部分超重要知识集萃，  
34 个必备实验精配例题

超大内存的随身本，每一册都涵盖两本书的精华



ISBN 978-7-119-05581-7



9 787119 055817 >

定价：18.00元

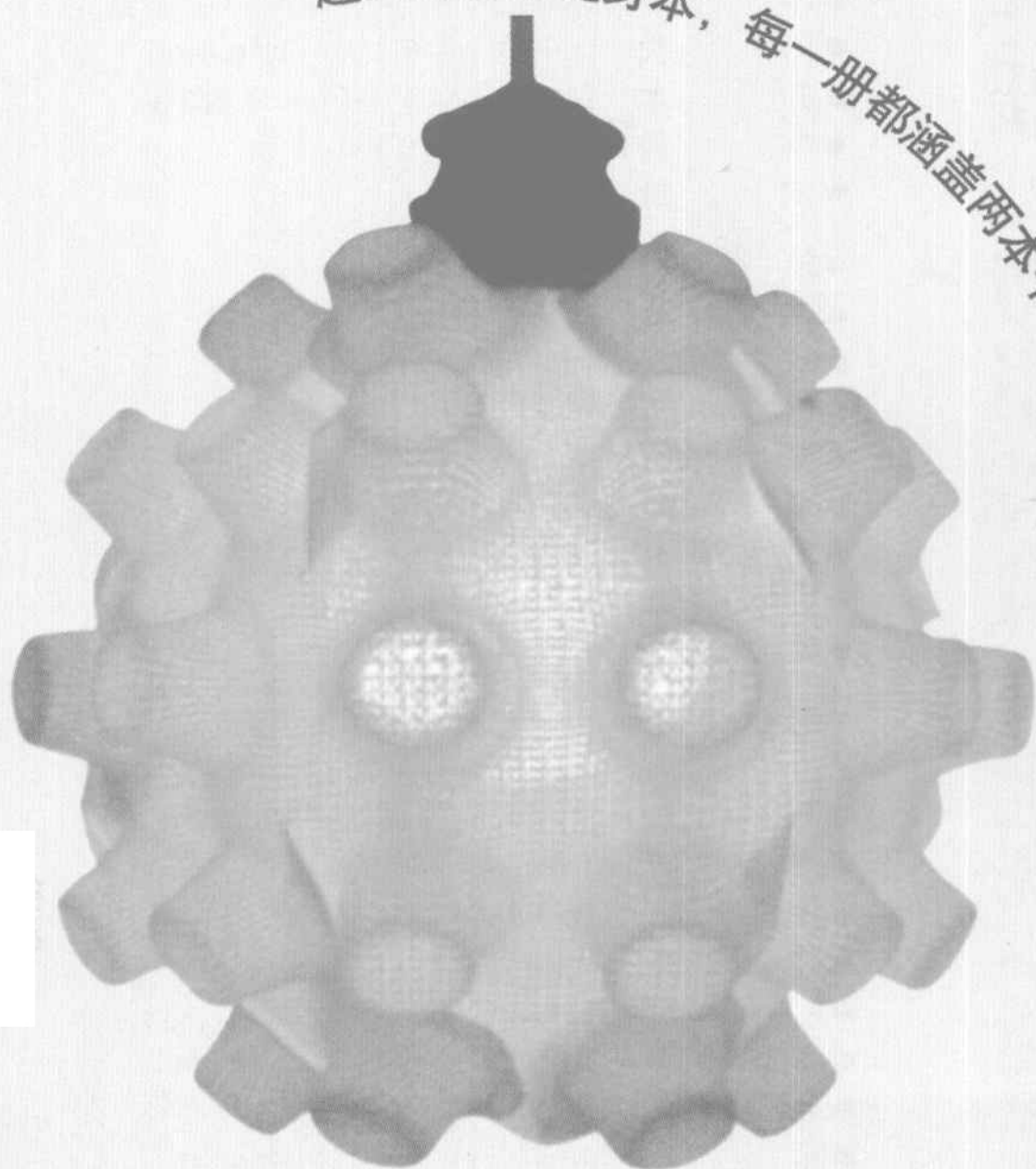
无敌®

高中要点双拼系列

# 物理实验

物理实验VS化学实验

超大内存的随身本，每一册都涵盖两本书的精华



外文出版社  
FOREIGN LANGUAGES PRESS

SUPER

无敌®

高中要点双拼

物理实验

VS

化学实验

## 图书在版编目(CIP)数据

无敌高中要点双拼·物理实验VS化学实验/魏有付等编著.  
—北京:外文出版社,2008

(无敌新课标系列)

ISBN 978-7-119-05581-7

I. 无… II. 魏… III. ①物理实验—高中—教学参考资料  
②化学实验—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第189431号

2009年1月第1版

2009年1月第1版第1次印刷

- 出 版 外文出版社·北京市西城区百万庄大街24号·邮编:100037
- 责任编辑 吴运鸿
- 经 销 新华书店/外文书店
- 印 刷 北京盛兰兄弟印刷装订有限公司
- 印 次 2009年1月第1版第1次印刷
- 开 本 1/48, 889×1194mm, 4.5印张
- 书 号 978-7-119-05581-7
- 定 价 18.00元
- 总 监 制 张志坚
- 作 者 魏有付 王慧姝 陈 平
- 创意制作 无敌编辑工作室
- 总 编 辑 吴锴鋆
- 主 编 陈 茜
- 执行责编 杨丽坤
- 文字编辑 金会芳
- 美术编辑 李可欣 王晓京
- 美术设计 李子奇
- 行销企划 北京光海文化用品有限公司  
北京市海淀区车公庄西路乙19号  
北塔六层 邮编:100048
- 集团电话 (010)88018838(总机)
- 发 行 部 (010)88018956(专线)
- 订购传真 (010)88018952
- E - m a i l service@super-wudi.com
- 读者服务 (010)88018838转53, 10(分机)
- 选题征集 (010)88018958(专线)
- 网 址 <http://www.super-wudi.com>
- “无敌”商标专用权经国家工商行政管理局商标局核准由北京光海文化用品有限公司享有。
- 本书图文与版型设计非经书面授权不得使用;版权所有,侵权必究。

光 照 学 海  
知 识 无 敌





# 高中辅导精彩集合



■ 无敌高考决胜版系列  
(全系列共**9**册)



■ 无敌高中贴身备系列  
(全系列共**10**册)



■ 无敌高中要点双拼系列  
(全系列共**8**册)

# 物理实验

## ★超★重★要★知★识★



### 基本理论知识

**1 误差：**测量值与真实值之间的差异称为误差。

(1) 绝对误差与相对误差

① 测量值  $x$  和真实值  $\mu$  的差值  $\Delta x$  称为测量值的绝对误差，即绝对误差  $\Delta x = |x - \mu|$ 。误差产生的原因来自于测量仪器的准确程度、实验原理的局限性、环境等客观因素与主观因素。绝对误差反映测量值偏离真实值的大小。

② 绝对误差与真实值的比值称为相对误差，即  $E = \frac{\Delta x}{\mu} \times$

100%。相对误差反映实验结果的精确度。

(2) 系统误差与随机误差

① 任何测量都不可避免的要产生误差，减小实验误差、物理实验得出正确结论的重要保证，分析实验误差、确定减小误差的方法是一种重要的实验能力。减小误差的方法源于误差产生的原因，通常把误差分为系统误差和随机误差两大类。

② 由于实验原理不够完备、实验仪器的精度不够以及实验方法的简略而产生的误差叫系统误差。系统误差有一定的规律性，多次测量结果总是偏大或偏小。减小系统误差的方法有改善实验原理，提高实验仪器量精度，设计更精巧实验等。

③ 由于各种不确定因素对测量各环节（测量者、测量仪器、被测对象以及测量过程等）的影响而造成误差称为随机误差。实验环境变化带来的误差都属于

随机误差。随机误差的特点是测量结果偏大、偏小是随机的、不确定的，但是随着测量次数的增加，偏大和偏小的机会是均等的。随机误差可以通过控制实验条件、数据处理（如用多次测量取算术平均值、分组逐差法、图线法处理实验数据）和某些实验方法（如“用单摆测定重力加速度”采用的累积法测量单摆的周期）来减小。

**2 有效数字：**带有一位不可靠数字的近似数字。有效数字的最后一位是误差所在位。

(1) 有效数字位数与小数点的位置无关。

(2) 出现在非零数字之间的“0”与最末位的“0”都是有效数字，不能随意舍去，也不能任意增加。

(3) 对于很大或很小的数，应采用科学记数法表示，为正确表示有效数字，一般情况下，使小数点前有一位非零数字。

(4) 有效数字表达的是测量结果，对于非测量值的数字，如公式中的确定倍数、指数、测量的次数都是准确数，它们的有效位数可认为无限多，不要求估读的测量仪器的读数，记录的均为准确数字，如游标卡尺、电磁打点计时器打点周期的读数。

## 实验数据处理

### **1** 数据记录表格

(1) 设计数据记录表格的目的是记录实验测量数据，为分析与处理实验数据提供可靠的原始数据。

(2) 数据记录表格中所列各项反映实验的内容和实验步骤，通常是根据实验原理，按照先测量后计算、以及测量和计算的顺序列表，必须有原始数据的记录。

表中要标明相应的物理量和单位；多次测量应列出测量次数与平均值；实验条件和表中计算所需要的常量应在表的上方标明，数据记录应按要求用有效数字记录，用科学记数法表示。

**2 实验数据处理的方法：**实验数据处理的基本原则是不因数据处理而增加实验误差，并尽量通过数据处理减小随机误差。数据处理的方法有列表法、计算法和图线法。

**(1) 列表法：**数据列表可简单明确表示相关物理量间关系。列表要求：表格要有明确的标题，记录表中要明确各符号所表示的物理量，要有明确的单位，按要求用有效数字记录实验数据，多次测量列出测量次数与平均值。

**(2) 计算法：**从实验中得到的原始数据通过计算的方法得到中间数据与最终数据。为了减小由于某些偶然因素造成的随机误差，通常都是采用多次测量取平均值的方法。

**(3) 图线法：**用图线法处理数据可以简化复杂的计算。作图法直观、简便，描绘图线的过程起到取平均值减小偶然误差的作用，一般用图线的斜率、截距来表示待研究的物理量。作图要求如下：

- ① 坐标轴必须标明所代表的物理量及单位。
- ② 坐标分度要对应数字准确值。
- ③ 尽量使图线充满图纸。（坐标轴起点数值不一定为0）
- ④ 画线时应根据相关物理量间的关系作图，让尽可能多的点落在线上，不在线上的点均匀分布在线的两侧。
- ⑤ 在图线上求斜率尽量取较远两点计算。
- ⑥ 作图时，合理选择坐标轴代表的物理量，使图线线性化。



## 重要的实验方法

- 1 累积法：**比如在“用单摆测重力加速度”测周期时用的是累积法，即不直接测一个周期的时间，而是测30~50个周期的总时间，再除以周期数即得周期 $T$ 的值。累积法可以起到减小偶然误差、增加有效数字的位数等作用。
- 2 替代法：**比如在“两个互成角度共点力的合成”的实验中，后一个弹簧秤的拉力与前面两个弹簧秤的拉力效果相等，因此可以互相替代。
- 3 物理量转换测量法：**比如在“碰撞中的动量守恒”的实验中，把测物体的速度转换为测物体平抛运动的水平位移，即把测速度转换为测长度；在“测定玻璃的折射率”的实验中，将入射角和折射角的测量转换为测线段的长度，从而增加了有效数字的位数，即提高了测量的准确度。
- 4 比较法：**用天平称物体的质量，就是把物体与砝码进行比较，砝码的质量是标准的，把被测量与标准量进行比较，就是比较法。一般情况下，被测量跟标准量并不相等，而是要根据某种关系进行计算，最常用的是二者间满足一定的比例关系，通过一定的比例计算即可得出结果，因此常常称为比例法。



## 仪器使用和读数的基本原则

- 1 熟悉仪器使用时的注意事项**
  - (1) 注意仪器的使用安全：**如电磁打点计时器的工作电压为4 V~6 V交流电压，用螺旋测微器测长度时要及时调整微调旋钮，用天平要注意镊子的使用等。

(2) 测量仪器使用前，要进行相应的调整，比如天平使用前调节水平，欧姆表测量前调零。

**2** 合理选择量程：测量工具的量程选得太大，会使测量误差增大；如果量程选得太小，会损坏仪表。

选择的原则是：在待测量不超过量程的前提下，应选尽量小的量程，如果不确定待测量值时，先用最大量程试测，再根据试测情况逐步减小量程。如电流表、电压表一般要求指针偏转角在满偏角的三分之一以上，欧姆表的指针指在中值附近比较准确。

**3** 掌握仪器的读数方法：许多刻度仪器读数时需要进行估读，但游标卡尺、秒表、电阻箱、欧姆表等不需要估读。最小分度为1的采用1/10估读，最小分度为2的采用1/2估读，最小分度是5的采用1/5估读。



## 几种常用的仪器

**1** 刻度尺（米尺）：最小分度值为1 mm，估读到0.1 mm，测量时常采用多次测量取平均值的方法减小误差。

(1) 正确使用刻度尺

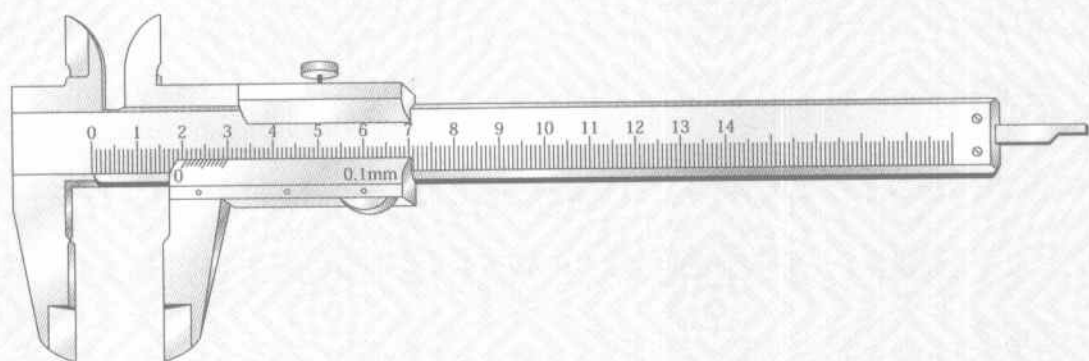
① 使用前：首先看刻度尺的零刻度是否磨损，如已磨损则应重选一个刻度值作为测量的起点；其次看刻度尺的测量范围（即量程）；最后应看刻度尺的最小刻度值。最小刻度决定准确程度。

② 使用时：应注意正确放置和正确观察刻度尺。尺边对齐被测对象，并放正重合，尺的刻面必须紧贴被测对象，观察视线与刻面垂直。

(2) 正确记录测量结果：一般情况下应估读到最小刻度值的下一位，若正好对准在刻度线上时，需在毫米位后上加“0”。记录测量结果时必须写上相应的单位。

## 2 游标卡尺

- ① 中学常用到的游标卡尺可分为10分度（精确度为 $1/10\text{ mm}$ ）、20分度（精确度为 $1/20\text{ mm}$ ）和50分度（精确度为 $1/50\text{ mm}$ ）。



### ② 游标卡尺的测量原理（分度原理）

- ① 游标刻度尺上一共有 $m$ 分格，而 $m$ 分格的总长度和主刻度尺上的 $(m-1)$ 分格的总长度相等。设主刻度尺上每个等分格的长度为 $y$ ，游标刻度尺上每个等分格的长度为 $x$ ，则有 $mx=(m-1)y$ ，主刻度尺与游标刻度尺每个分格之差 $y-x=y/m$ 为游标卡尺的最小读数数值，即最小刻度的分度数值。
- ② 主刻度尺的最小分度是毫米，若 $m=10$ ，即游标刻度尺上10个等分格的总长度和主刻度尺上的9 mm相等，每个游标分度是0.9 mm，主刻度尺与游标刻度尺每个分度之差 $\Delta x=1-0.9=0.1\text{ mm}$ ，称为10分度游标卡尺；如 $m=20$ ，则游标卡尺的最小分度为 $1/20\text{ mm}=0.05\text{ mm}$ ，称为20分度游标卡尺；还有常用的50分度的游标卡尺，其最小分度为 $1/50\text{ mm}=0.02\text{ mm}$ 。

### ③ 游标卡尺的读数方法

- ① 看清卡尺精确度。
- ② 以游标零刻线位置为准，在主尺上读取整毫米数。
- ③ 看游标上哪条刻线与主尺上的某一刻线（不用管是第几条刻线）对齐，由游标上读出毫米以下的小数。
- ④ 主尺整毫米数+游标读数（ $0.1\times n$ ， $0.05\times n$ ， $0.02\times$

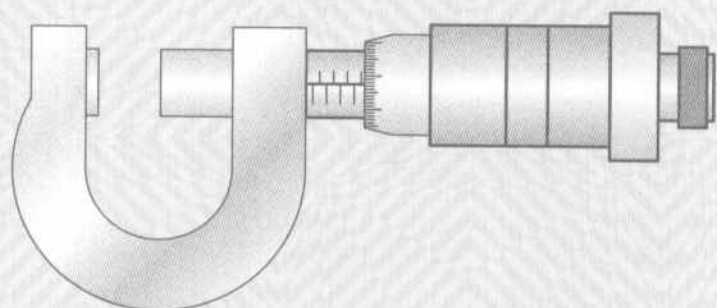
$n$ ) 就是测量值。

#### (4) 注意事项

- ① 游标卡尺使用前，应该先将游标卡尺的卡口合拢，检查游标尺的零线和主刻度尺的零线是否对齐。若对不齐说明卡口有零误差，应记下零点读数，用以修正测量值；
- ② 推动游标刻度尺时，不要用力过猛，卡住被测物体时松紧应适当，更不能卡住物体后再移动物体，以防卡口受损；
- ③ 用完后两卡口要留有间隙，然后将游标卡尺放入包装盒内，不能随便放在桌上，更不能放在潮湿的地方。

### 3 螺旋测微器

- (1) 测量原理（分度原理）：螺旋测微器内部螺旋的螺距为  $0.5\text{ mm}$ ，因此副刻度尺（微分筒）



每旋转一周，螺旋测微器内部的测微螺丝杆和副刻度尺同时前进或后退  $0.5\text{ mm}$ ，而螺旋测微器内部的测微螺丝杆套筒每旋转一格，测微螺丝杆沿着轴线方向前进  $0.01\text{ mm}$ ， $0.01\text{ mm}$  即为螺旋测微器的最小分度数值。在读数时可估计到最小分度的  $1/10$ ，即  $0.001\text{ mm}$ ，故螺旋测微器又称为千分尺。

- (2) 读数：可分两步

- ① 观察固定标尺读数准线（即微分筒前沿）所在的位置，可以从固定标尺上读出整数部分，每格  $0.5\text{ mm}$ ，即可读到半毫米；
- ② 以固定标尺的刻度线为读数准线，读出  $0.5\text{ mm}$  以下的数值，估计读数到最小分度的  $1/10$ ，然后两者相加。

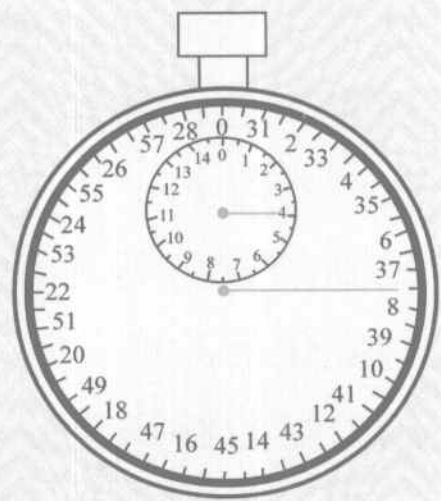
如整数部分是5.5 mm，副刻度尺上的圆周刻度是20的刻线正好与读数准线对齐，即0.200 mm。所以，其读数值为 $5.5+0.200=5.700$  mm。

### ③ 注意事项

- ① 测量时，在测微螺丝杆快靠近被测物体时应停止使用旋钮，而改用微调旋钮，避免产生过大的压力，这样既能使测量结果精确，又能保护螺旋测微器。
- ② 在读数时，要注意固定刻度尺上表示半毫米的刻线是否已经露出。
- ③ 读数时，千分位有一位估读数字，不能随便丢掉，即使固定刻度的零点正好与可动刻度的某一刻度线对齐，千分位上也应读取为“0”。
- ④ 当小砧和测微螺丝杆并拢时，可动刻度的零点与固定刻度的零点不相重合，将出现零误差，应加以修正，即在最后测长度的读数上去掉零误差的数值。

### 4 秒表

- ① 秒表的使用：外壳按钮的作用分为开始、停止、秒表回零三步。



- ① 第一次按下手轮，开始计时，指针开始走动；
- ② 第二次按下手轮，停止计时，指针停止走动，读出时间，读数时视线应垂直于所读刻度；
- ③ 第三次按下手轮，秒表回零，指针复位。

### ② 秒表的读数方法

- ① 秒表的刻度分为大圆周刻度和小圆周刻度：大圆周刻度表示秒针读数，秒针转一圈是30 s，最小分度0.1 s；
- ② 小圆周刻度表示分针读数，最小分度0.5 min。

- ③ 读数：秒表读数=短针指示小圆周刻度示数(min)+长针指示大圆周刻度示数(s)

## 5 电流表、电压表

- ① 规格：常用的直流电流表有量程 $0\sim 0.6\text{ A}$ 和 $0\sim 3\text{ A}$ 两种，它们的内阻都很小，一般都在 $1\ \Omega$ 以下；常用的直流电压表有量程 $0\sim 3\text{ V}$ 和 $0\sim 15\text{ V}$ 两种，它们的内阻都很大，一般都在几千欧姆以上。

- ② 原理：直流电压表和直流电流表都是灵敏电流计改装而成的。灵敏电流计是测量电路微弱电流的一种仪器，它的满刻度电流值约为几十毫安，内部结构如右图1所示。

它的工作原理如下

- ① 蹄形磁体中的磁场是均匀地辐射分布的，如右图2所示，这样不管通电线圈处于什么角度，它的平面均与磁场的磁感线平行，从而保证线圈受到的磁力矩不随转动角度的变化而改变。

- ② 磁力矩始终满足 $M=nBIS$ ，式中 $n$ 为线圈匝数， $S$ 为线圈面积， $I$ 为通过线圈的电流， $B$ 为磁场的磁感应强度。
- ③ 当线圈转过某一角度时，磁力矩与螺旋弹簧产生的阻力矩 $M'$ 相等，线圈便停止转动，这时指针就指向某一位置(指针与线圈固定在一起)，由于弹簧的阻力矩与转过的角度 $\theta$ 成正比，且线圈平衡时有： $M=M'$ ，即

$$I = \frac{M'}{nBS}, \text{ 所以电流越大, 偏转角就越大, 偏转角 } \theta \text{ 与}$$



图1

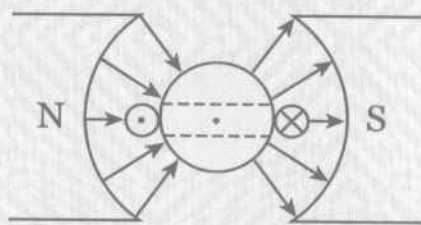


图2