

# 普通物理实验

浙江大学

1975·7

# 毛主席语录

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。这就是马克思主义的认识论，就是辩证唯物论的认识论。

知识的问题是一个科学问题，来不得半点的虚伪和骄傲，决定地需要的倒是其反面——诚实和谦逊的态度。

# 进行物理实验时应注意事项

1. 爱护一切仪器设备，不要擅自挪用别组仪器以免妨碍他人实验。
2. 实验前应对实验讲义进行预习，做到实验时心中有数，有的放矢。
3. 实验室内保持安静。实验完毕把仪器整理好，保持室内整齐清洁。
4. 工农兵学员肩负上、管、改重任，希望积极提出批评和建议，协助改进我们的实验室工作。

普通物理实验室

1975.

# 目 录

实验一	长度测量	1
[附录]	物理量测量中的读数和有效数字	5
实验二	微小长度变化的测量	7
实验三	混合法测定铁块比热	13
实验四	透镜成象	15
[附录]	误差概念和数据处理	17
实验五	电学认识实习	20
[附录]	电表面板上常用标记符号意义	23
实验六	验证直流欧姆定律	24
实验七	电表改装及校准	27
实验八	电流计改装成欧姆计和万用表的使用	31
实验九	直流电桥	35
实验十	直流电位差计	40
实验十一	盒式电位计使用	44
[附录]	热电偶 $mv \sim ^\circ C$ 对照表	48
实验十二	磁电(动圈)式电流计的研究	51
实验十三	电表内阻的测定	57
实验十四	用等厚干涉法测量微小厚度	58
实验十五	用光栅分光计分析光谱	61
实验十六	利用霍尔元件(半导体锗片)测量磁场	64
	思考题	

# 实验一 长度测量

## (一) 游标尺、螺旋测微计的使用

### 一、实验目的:

1. 了解游标尺、螺旋测微计的结构原理, 并掌握其使用方法。
2. 学习如何读数 and 记录数据。

### 二、实验原理:

长度是一个基本物理量。生产、科学实验经常碰到长度测量问题, 因此长度测量是必须掌握的一种基本技能。

1. 米尺: 又称公尺其最小刻度是毫米。因此, 用米尺测量时只能准确读到毫米, 毫米以下的读数就得估计。如图1 物体的长度  $L = 41.0$  毫米, 估计数字 0 下面用打划来表示。测量时为避免米尺端面磨损而影响读数准确, 常不从零开始, 而从某个整数位置开始读数 (图1 是从10开始)。

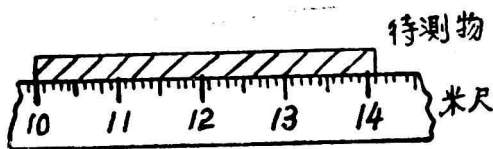


图1

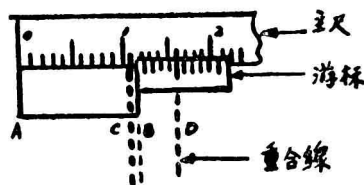


图2

2. 游标尺: 又称卡尺。为了能够准确地量出毫米的十分之几, 我们在米尺旁附加一个叫做游标的付尺, 做成游标尺, 而本来的尺就叫做主尺如图2 所示。通常把主尺 9 毫米分成10等分刻在游标上称10分度游标, 这种游标分度长为  $9/10$  毫米。

如果我们要量度物体 A B 的长, A C 部分可以直接准确地从主尺读出为11毫米, 而 C B 部分可借游标的帮助准确地读出, 现我们找出游标上的某刻度 (图中是第五根刻度) 和主尺某一刻度重合, 由图可知:

$$CB = CD - BD$$

而  $CD = 5 \times 1$  毫米,  $BD = 5 \times \frac{9}{10}$  毫米

所以  $CB = 5 \times 1 - 5 \times \frac{9}{10} = 5 \left( 1 - \frac{9}{10} \right) = 5 \cdot \left( \frac{1}{10} \right) = 0.5$  毫米。  $\left( \frac{1}{10} \right)$  毫米就是主付尺的分度差用符号  $\Delta$  表示。现在物体的全长  $AB = AC + CB = 11 + 0.5 = 11.5$  毫米。在实际测量时不必要经过这样的运算手续, 只要在游标上找到第几个刻度线与主尺上某刻度重合, 将游标上这个刻度数 (图中是 5) 乘上主付尺分度差  $\Delta$  ( $10$  分度游标  $\Delta = \frac{1}{10}$  毫米) 就是小数部分的长度, 把它和主尺读出的整数部分 (图中是 11 毫米) 相加起来就是被测物体的

长度(11.5毫米)。因为游标尺准确到10分之几毫米,所以估计数是在100分之几毫米上,因此上述被测物之长度可写成11.50毫米。

10分度游标尺的实际构造见图3。AA'D为主尺, BB'S为付尺,用大姆指推螺旋S可使游标沿主尺滑动,测量时把物体夹在AB间, C为一金属杆可用以测量物体的深度,而 A' B'用以量度物体内部的宽度。

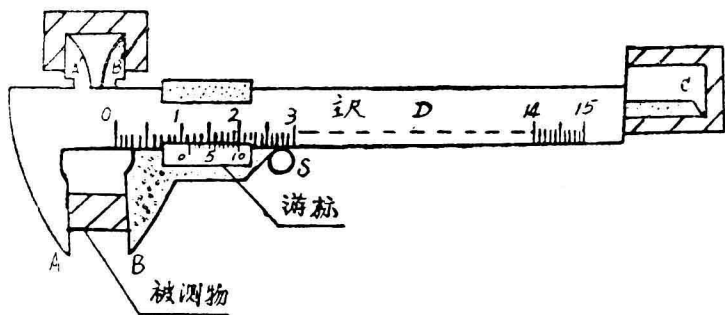


图3

3.螺旋测微计:又叫千分卡,它比游标尺更精密;一般可测到 $\frac{1}{100}$ 毫米,估计到千分之几毫米,用以测量各种丝的直径,薄片厚度等。

螺旋测微计是根据螺旋推进的原理设计的。我们知道一个螺旋在螺母中旋转一周,螺丝便沿轴线方向移动一个螺距的长度,常用螺旋测微计的螺距是0.5毫米,在螺丝头上套着一圆柱筒,在这圆筒的周围边缘上,刻有50个等分刻度。这样一来圆筒旋转一周(50个刻度)螺丝便沿轴线移动了0.5毫米,很清楚圆筒旋转一个刻度,螺丝就移动了 $\frac{0.5\text{毫米}}{50}$   
 $= 0.01$ 毫米,就是说圆筒上每一格代表0.01毫米,因此螺旋测微计能准确读到 $\frac{1}{100}$ 毫米,若再估计到一格的10分之几,那末螺旋测微计就可估计到千分之几毫米了。

螺旋测微计的外形如图4,旋转C柄, A端就随之移动,当A端与E端接触时,圆筒周界上的0刻度恰好与D柱上标尺准线a的0刻度重合,标尺上最小刻度为0.5毫米。反旋螺丝, A端与E端离开, A E间距离可从标尺上及圆筒周界的刻度上读出来。

测量时将待测物体放在E和A之间,然后转动C,使A与待测物相接触,物体的长度就可在标尺上读出其0.5毫米倍数的毫米数,从圆筒周界刻度上读出其小于0.5毫米的数字(正确的读到百分之一毫米,估计千分之几毫米)。例如图五中的物体长度读数:

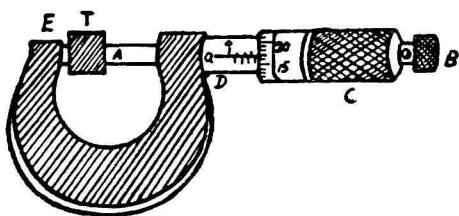


图4

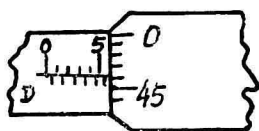


图5

标尺上读数: 5.5毫米

圆筒上读数:  $\frac{46.2}{100} = 0.462$ 毫米

所以物体的长度 = 5.5毫米 + 0.462毫米 = 5.962毫米 (数字2是估计的)。

使用时应注意以下诸点:

1. 在A, E将要夹紧待测物时, 为了避免旋紧过多或不足而影响测量的准确度以及损坏螺纹, 必须用特别装置的小柄B来旋动, 不得用大柄C。旋动小柄B, 当待测物被夹紧时会发生“格格”响声。以上所述也同样适用于A E相接触时情况。

2. 当A, E相接触时注意圆筒上的0刻度是否与标尺准线a的0刻度重合, 否则应记下这初读数, 显然物体上的长度应是A, E夹紧待测物时的读数减去这初读数。

3. 螺旋测微计使用后, A和E间必须留一空隙, 不然当热膨胀时A和E将过分压紧而损坏螺纹。

### 三、实验步骤:

1. 用游标尺测量空心圆柱体的长度L, 内径 $D_1$ , 外径 $D_2$ 各测五次求平均值。

项 次 数	目	长 度 L (毫米)	内 径 $D_1$ (毫米)	外 径 $D_2$ (毫米)
1				
2				
3				
4				
5				
平 均		$\bar{L} =$	$\bar{D}_1 =$	$\bar{D}_2 =$

空心圆柱的体积  $V = \bar{L} \cdot \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2) =$

2. 用螺旋测微计测薄片四角和中间的厚度, 最后求厚度的平均值。

螺旋测微计初读数  $N_0 =$  毫米

项 目	角 <sub>1</sub>	角 <sub>2</sub>	角 <sub>3</sub>	角 <sub>4</sub>	中 间
螺旋测微计读 数 N (毫米)					
平 均	$\bar{N} =$				毫米

薄片厚度的平均值 =  $\bar{N} - N_0 =$  毫米

## (二) 利用测微显微镜测毛细管直径

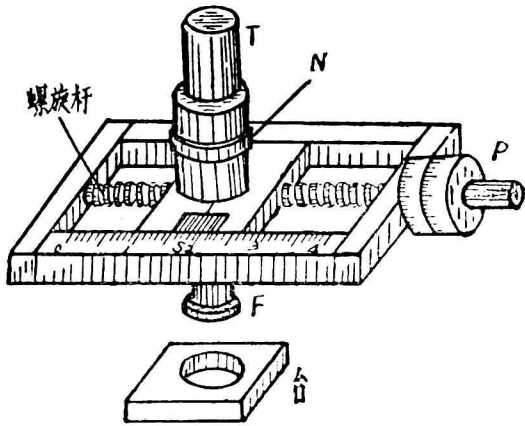
一、实验目的：学习测微显微镜的使用

二、实验原理：

一般显微镜只有放大物体的作用，而不能定量地测出物体的大小。如果在显微镜的目镜中装上“十”字丝，并且把镜筒装在一个可以控制镜筒左右移动螺旋测微装置上，这样改装后的显微镜就称测微显微镜，用它就可以测量微小的物体尺寸如毛细管、金属丝等的直径……。

图6为测微显微镜的简图，旋转测微螺旋P，可使显微镜的镜筒左右移动，螺距为1毫米，在螺旋P的圆周上刻分100等分，P旋转一周，镜筒就在主尺S旁移动一毫米。

使用时，将待测物体放在显微镜的物镜F下的台上旋转N调节镜筒高低，使在目镜T中能看清物体，转动P使目镜中的十字叉丝对准待测物的一边，记下主尺S和P周界上的读数，然后再转动P使叉丝移至待测物的另一边，再记下读数，两读数差即待测物长度的。



例6

三、实验步骤

1. 熟悉测微显微镜各部件性能与作用。
2. 调节物镜下的反光镜使从目镜中看到最大亮度。
3. 将套有软木塞的毛细管置在显微镜物镜F下的台上，旋N调节显微镜筒的高低，使能在目镜中清晰地看到毛细管的口径。
4. 测量毛细管内直径重复三次记下相应读数（测时使“十”字准线与圆孔相切）。

四、数据记录及计算：

次 数	1	2	3
圆孔左边读数	厘米	厘米	厘米
圆孔右边读数	厘米	厘米	厘米
读 数 差	厘米	厘米	厘米

毛细管直径 =            毫米

五、注意事项：

1. 测微螺旋P在测量过程中只能向一个方向转动，否则会因螺杆螺母之间的空隙引起



空转造成的读数不准确。

2. 旋转N时当心物镜头触及待测物体受到损坏。
3. 目镜或物镜不能用手帕或较硬的东西去擦，一定要用擦镜纸去擦。

## (附录)：物理量测量中的读数和有效数字

物理量的测量可分为两类：

1. 直接测量：就是用标准单位与待测量直接作比较，比如用米尺等测长仪器量物长，用砝码和天平称质量，用秒表计时等都是属于直接测量一类。
2. 间接测量：就是由直接测定的量通过原理公式加以推算而求得待测量，比如空心圆柱体的体积  $V$ ，它是由直接测定的量圆柱长  $L$  和内外径  $D_1$ 、 $D_2$  通过公式  $V = L \cdot \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2)$  推算而得的。

在量的直接测量中，测量数据一般应该读到仪器最小刻度的十分之一，我们称它为读数。例如用毫米刻度的米尺测物长时，应该读到（估计到）毫米的十分之一，图1物长的读数为23.4毫米。

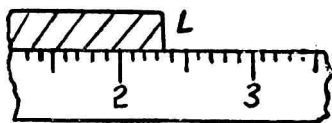


图1

由于量度中测量仪表、测量的读数是有近似性的，在读数中一部分数字是准确可靠的而另一部分数字是欠准可疑的。上例中米尺准确到毫米刻度，那末23就是准确可靠数字，称可靠数字，至于0.4是欠准的是估计的，我们称它为可疑数字，0.4虽属可疑，但较之0.3或0.5更接近于真实，所以它还是有意义的，因此在读数中应保留它，通常有一位可疑数字就足够了。

可靠数字加上一位可疑数字的全部称有效数字。上例23.4毫米就是三位有效数字。通常测量结果的数据是用有效数字表示的。

关于有效数字的几点注意：

1. 有效数字末位的“零”和中间的“零”都是有效数字；而在其前面的“零”则非有效数字，只是表示有效数字的数量级。例如用准确到毫米的米尺量物长为0.3000米是四位有效数字。
2. 有效数字的位数不因单位换算而增减。如0.3000米可写成30.00厘米，或300.0毫米，有效数字都是四位。

在间接测量中待测量的数据是由直接测定的量的数据经过公式运算而得的，这就涉及到有效数字的运算问题。

关于有效数字的运算法则：

1. 加减法：

例：

$$\begin{array}{r} 20.\underline{1} \\ 4.\underline{17} \\ +) 6.\underline{784} \\ \hline 31.\underline{054} \end{array}$$

由于可疑数字保留一位已足够，多余的我们通常就采取四舍五入，所以上述诸数相加结果便为31.1，它的可疑数字位和20.1一样都是在小数点后面一位上，由此得到法则：诸数相

加时，其结果的可疑数字位置是与诸数中可疑数字最大的位置一致的。诸数相减亦然。

例：
$$\begin{array}{r} 20.1 \\ + 6.784 \\ \hline 26.884 \\ \hline 13.316 \end{array}$$

$\therefore 20.1 + 6.784 = 26.9$

如果上面加减例中将6.784的4去掉，则

$20.1 + 6.78 = 26.9$

$20.1 - 6.78 = 13.3$

加减两例中的结果仍然不变，这里告诉我们，如果在诸数相加减前就考虑了最大可疑数字位（如20.1，）把参与相加减的数据比最大可疑数字位多一至二位而将其余去掉（如6.784去4改成6.78），则对结果无影响。这特别在很多数据相加减时很有必要，因为它简化了计算。

2. 乘法：

例：乘法：
$$\begin{array}{r} 4.178 \\ \times 10.1 \\ \hline 4178 \\ 41780 \\ \hline 42.1978 \end{array}$$

$\therefore 4.178 \times 10.1 = 42.2$   
四位 三位 三位

例：除法

$$\begin{array}{r} 0.4136 \\ 10.1 \overline{) 4.178} \\ \underline{4.04} \phantom{00} \\ 138 \phantom{00} \\ \underline{101} \phantom{00} \\ 370 \phantom{00} \\ \underline{303} \phantom{00} \\ 670 \phantom{00} \\ \underline{606} \phantom{00} \\ 64 \phantom{00} \end{array}$$

$\therefore 4.178 \div 10.1 = 0.414$   
四位 三位 三位

由乘除两例看出：诸数相乘（除）时，其乘积（商）的有效位数与因子中有效数最少的一个相同。和加减法一样，也可先将参加运算的数据的有效位数都取成比有效位数最少的一个多一至二位，然后再运算。

练习：

1.  $3.2306 + 6.8 =$

2.  $0.003458 \times 3.4 =$

3. 计算实验一中空心圆柱体的体积

## 实验二 微小长度变化的测量

一、实验目的：学习用光杠杆圆微小长度变化的方法

二、实验原理：

显示微量位移的仪器，通常用杠杆的很多。图1 杠杆 $aob$ 的支点为 $o$ 点， $oa$ 为短臂， $ob$ 为长臂。今短臂末端上升一小距离 $aa'$ ，则长臂末端将下降一显著距离 $bb'$ 。此两距离之比约等于两臂长度之比即：

$$\frac{aa'}{bb'} = \frac{oa}{ob}$$

或 
$$aa' = \frac{oa}{ob} \cdot bb' \quad (1)$$



图1

因 $oa$ 、 $ob$ 、 $bb'$ 三者长度可一般进行量度，所以微小

的位移 $aa'$ 通过上述关系(1)逐可求得。以上谈的是利用杠杆来显示微量位移的简单道理。

如果长臂用光学机构或者说光线来代替称光臂，那末这样的杠杆就叫做光杠杆。如图2所示。它是用一平面反射镜 $M$ （称光杠杆）和一T形底构成。底有三个小尖脚，使用时镜子下面的两个尖脚 $o_1o_2$ 称前脚尖放在固定的平台上，另一个尖脚 $o_3$ 称后脚尖则放在被测的物体上。当物体升高或降低时，T形底和镜子 $M$ 就会转动，其转动的轴线就是 $o_1o_2$ 。这里 $o_1o_2$ 相当于杠杆的支点，而脚尖 $o_3$ 相当于杠杆短臂末端。图3是光杠杆系统的装置情况，光杠杆和望远镜及标尺正好彼此相对，从望远镜中可以看到光杠杆内标尺的象。假使开始时光杠杆面法线刚好是水平线，那么从标尺 $s_1$ 处发出的光线经镜面反射后，就会投入望远镜中，这时在望远镜内可以读出 $s_1$ 的数值。当物体缩短或伸长 $\Delta$ 以后，镜面就转过了一个微小的角度 $\theta$ ，镜面法线也跟着转过 $\theta$ 而变到 $N$ 处。这时从标尺 $s_2$ 处发出的光线才能经过镜面反射而落入望远镜中，从望远镜中可以看出 $s_2$ 的数值。从图3可以看出：光线 $S_1M$ 和 $S_2M$ 的夹角是 $2\theta$ 。由于物体缩短 $\Delta$ 很小，因此光杠杆转过的角度 $\theta$ 也很小，这样就有：

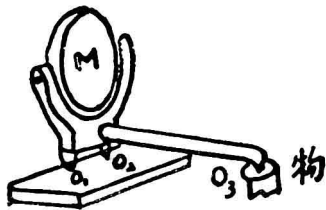


图2

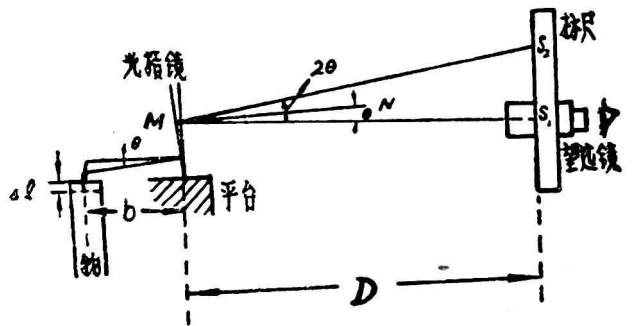


图3

$$\theta \approx \tan \theta = \frac{\Delta l}{b}$$

$$\text{即 } \theta = \frac{l \Delta}{b} \quad (2)$$

$$2\theta \approx \tan 2\theta = \frac{S_2 - S_1}{D}$$

$$\text{即 } 2\theta = \frac{S_2 - S_1}{D} \quad (3)$$

(2), (3)式中,  $b$  为光杠杆 T 形的后脚尖  $o_3$  到  $o_1, o_2$  连线的垂直距离, 而  $D$  为镜面到标尺的距离。两式消去  $\theta$  可得:

$$\frac{2\Delta l}{b} = \frac{S_2 - S_1}{D}$$

$$\text{即 } \Delta l = \frac{b}{2D}(S_2 - S_1) \quad (4)$$

对照(1)式可见:  $\Delta l$ ——短臂末端的微小位移,

$b$ ——短臂长,

$2D$ ——长臂(光臂)长,

$S_2 - S_1$ ——光臂末端的位移。

测量  $(S_2 - S_1)$ ,  $D$  和  $b$  然后利用(4)式可求得物体的缩短(或伸长)  $\Delta l$ 。由于光臂长度较长, 因此  $(S_2 - S_1)$  值就较显著, 所以利用光杠杆来显示微量位移的灵敏度就比较高。

比如  $b = 5$  厘米,  $2D = 200$  厘米这样长短臂位移之比为  $\Delta l : (S_2 - S_1) = 5 : 200 = 1 : 40$  就是说利用光杠杆可将微量位移放大40倍。

下面练习一和二是利用光杠杆来测量微小度变化的。

## 练习一 测定钢丝的杨氏弹性模量

### 一、实验目的:

1. 用伸长法测定弹性模量。
2. 学会用光杠杆来测量微小长度的变化。
3. 熟悉测量中各基本量具的选择和配合。

### 二、实验原理:

固体在外力作用下要发生形变。最简单的形变是细丝的伸长(或缩短), 设细丝的原来长为  $l_0$ , 横截面积是  $A$ , 在外力  $F$  作用下伸长了  $\Delta l$ , 则相对伸长  $\frac{\Delta l}{l_0}$  就是表示细丝的形变, 单位面积上所受的力即  $\frac{F}{A}$  就表示细丝所受的应力。按虎克定律在弹性限度以内, 形变和应力成正比, 即

$$\frac{\Delta l}{l_0} \propto \frac{F}{A}$$

$$\text{或 } E = \frac{F/A}{\Delta l/l_0} \quad (5)$$

E 为比例系数称杨氏弹性模量，它标志材料形变的性能，是标志材料的力学性质的一个物理量，在力学结构的设计中常常用到。

公式(5)告诉我们可以通过应力和形变的测量间接测定杨氏弹性模量。通常细丝在外力作用下伸长(或缩短)很小，例如长1米直径为半毫米的钢丝在4公升力的作用下伸长不到1毫米，因此可以利用光杠杆放大来进行测量。

实验描述：

实验装置示意如图4。被测钢丝的上端固定于A点，下端B被一圆柱体所夹住，圆柱体能在平台C的一个小孔中自由上下移动，圆柱体下端悬有砝码盘P。光杠杆的前脚尖放在平台上，后脚尖放在圆柱体上，镜前方安置望远镜和标尺。

当砝码盘上增添或减少砝码时，钢丝即被拉长或缩短，圆柱体就上升或下降，于是光杠杆的后脚尖即被提高或降低，从望远镜中就可以观察到标尺刻度的变化。根据光杠杆法测微小位移的公式(4)即可求出钢丝的微小伸长或缩短的量。

三、实验步骤：

1. 按图4装置仪器并进行调节。

先在砝码盘上加砝码2公斤，把钢丝拉直，记下此时钢丝由上悬点至圆柱体的长度作为钢丝原长 $l_0$ 。

然后将光杠杆的前脚尖置于平台上，后脚尖放在圆柱体上并使后脚尖靠近钢丝(但勿接触)。转动反射镜，使镜面与平台大约垂直。

在距镜面约1米半远放置望远镜和标尺。调节望远镜的镜筒使与反射镜面大约垂直，并使二者大约在同一水平面上。然后调节望远镜的目镜头，能在望远镜中清楚地看到标尺象并无视差(即眼睛上下移动时，望远镜中的“十”字丝与标尺无相对位移)。

2. 观察和读数

在望远镜中读出与“十”字丝横丝重合的标尺的象的读数 $S_0$ 。

在砝码盘中加1公斤砝码，并从望远镜中读 $S_1$ 。

以后每增加1公斤砝码，并记下相应的读数。共加7个砝码。

将所加的砝码依次从砝码盘中取去1公斤，同样的从望远镜中记下相应的读数。

3. 测量D和b

用皮尺量出自光杠杆面至标尺的垂直距离D。

将光杠杆取下，在白纸上印出其三脚尖的痕迹，作后脚尖至前脚尖连线的垂线，用游标尺量出此垂线的长度b。

四、数据记录及计算：

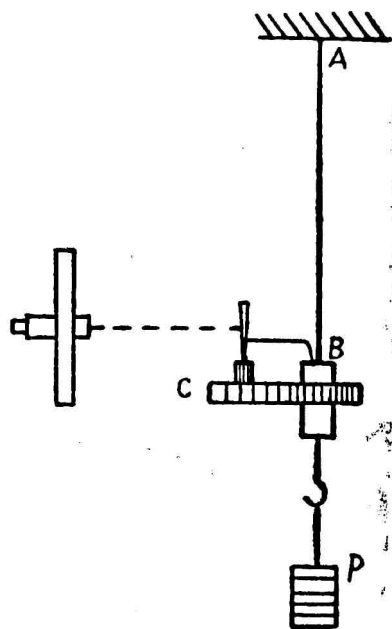


图4

$l_0 =$             厘米             $D =$             厘米             $b =$             厘米

所加砝码数 (原始的 2 公斤不算) 公斤	望远镜标尺的读数 S 厘米			相差 4 公斤望远镜 中标尺的读数平均 值的差值 $\Delta S$ 厘米
	加砝码	减砝码	平均值	
0	$S_0$	$S_0$	$S_0$	$\Delta S_0 = \overline{S_4} - \overline{S_0} =$
1	$S_1$	$S_1$	$S_1$	$\Delta S_1 = \overline{S_5} - \overline{S_1} =$
2	$S_2$	$S_2$	$S_2$	$\Delta S_2 = \overline{S_6} - \overline{S_2} =$
3	$S_3$	$S_3$	$S_3$	$\Delta S_3 = \overline{S_7} - \overline{S_3} =$
4	$S_4$	$S_4$	$S_4$	平均值 $\overline{\Delta S} =$
5	$S_5$	$S_5$	$S_5$	$\Delta S_0 + \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3$
6	$S_6$	$S_6$	$S_6$	4
7	$S_7$	$S_7$	$S_7$	=

相差 4 公斤 ( $F = 4$  公斤) 下钢丝的平均伸长  $\overline{\Delta l}$  按公式 (4) 为:

$$\overline{\Delta l} = \frac{b}{2D} \overline{\Delta S}$$

钢丝的相对伸长为:

$$\frac{\overline{\Delta l}}{l_0} = \frac{b \overline{\Delta S}}{2D l_0}$$

钢丝的截面积  $A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$ ,  $d$  为钢丝的平均直径, 可以用螺旋测微计在钢丝的不同处测量若干次求其平均值 (毫米)

次 数	1	2	3	4
直 径				
直径平均值 d (毫米)				

$$\text{钢丝的应力 } \frac{F}{A} = \frac{4}{\pi} \frac{F}{d^2} = \frac{16}{\pi d^2} F$$

按公式 (5) 钢丝的杨氏模量

$$E = \frac{F/A}{\overline{\Delta l}/l_0} = \frac{16/\pi d^2}{b \overline{\Delta S}/2D l_0} = \frac{32D l_0}{b \overline{\Delta S} \pi d^2} = \text{公斤/毫米}^2$$

## 练习二 测定铁杆的线胀系数

### 一、实验目的：

用光杆镜测定微小伸长。

### 二、实验原理：

设室温 $t_0$ °C时铁杆的长度 $l_0$ ，当温度升高到 $t$ °C时，铁杆便伸长至 $l_t$ ，则 $l_t - l_0$ 便是由于温度升高 $(t - t_0)$ °C而引起的线膨胀。如果 $(t - t_0)$ °C相差不太大，则线膨胀长也很小，本练习就是用光杆镜测定此微小伸长。

实验装置示意如图5。待测铁杆放在铜管中，二端用软木塞塞住，铜管上下二孔通蒸气，管中央的孔插温度计，用以测定杆的温度，铜管铅直放置，可用螺丝F固定在支架上，支架座的突起物C用以顶住铁杆的下端，铁杆上端放置光杆镜的后脚尖 $o_3$ ，前脚尖 $o_1$ 、 $o_2$ 放在支架端面上，光杆镜前方放置望远镜和标尺。

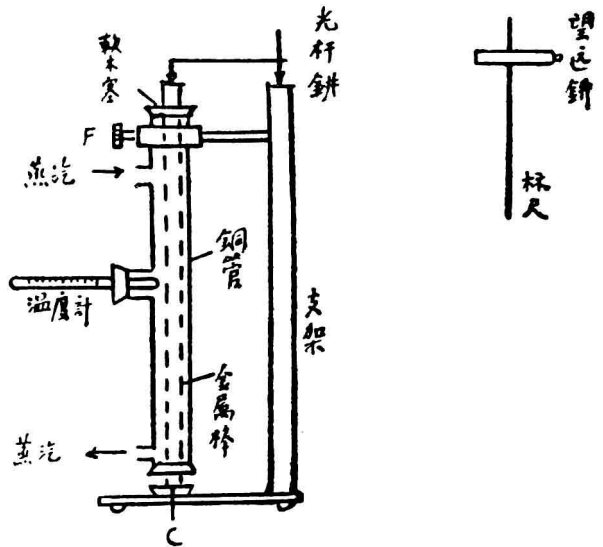


图5

铜管未通蒸气前，铁杆为室温 $t_0$ °C，长 $l_0$ 。通蒸气后，铁杆温度为 $t$ °C，长度伸至 $l_t$ ，于是光杆镜的后脚尖被提高，从望远镜中就可以观察到标尺刻度的变化。根据光杆镜法测微小位移的公式(4)即可求出铁杆的线膨胀 $(l_t - l_0)$ 。

### 三、实验步骤：

1. 按图5装置仪器并进行调节。

铁杆在装进铜管前，用米尺量出其原长 $l_0$ 并记下此时室温 $t_0$ °C。

然后将光杆镜的前脚尖放置在支架端面上，后脚尖则放在铁杆顶端上。转动反射镜，使镜面与支架端面大约垂直。

在距镜面大约1米半远处放置望远镜和标尺。调节望远镜的镜筒使与与反射镜面基本上垂直，并使二者大约在同一水平面上，然后调节望远镜的目镜头，能在望远镜中清楚地看到标尺的象并无视差（即眼睛上下移动时望远镜中的“+”字丝与标尺无相对位移）。

2. 观察和读数

通蒸汽前在望远镜中读出与“十”丝横丝重合的标尺的象的读数 $S_0$ 。

铜管中通蒸汽，待温度稳定后，记下此时温度 $t$ °C，并从望远镜读出 $S_t$ 。

### 3. 测量 D 和 b

用皮尺量出自光杠镜反射镜面至标尺的垂直距离 D。

将光杠镜取下，在白纸上印出其三脚尖的痕迹，作后脚尖至前脚连线的垂线，用标尺量出此垂线的长度 b。

### 四、数据记录及计算：

$l_0 =$ 厘米	$t_0 \text{ } ^\circ\text{C} =$ $^\circ\text{C}$	$D =$ 厘米
$b =$ 厘米	$S_0 =$ 厘米	$S =$ 厘米
$t \text{ } ^\circ\text{C} =$ $^\circ\text{C}$	$\Delta S = S - S_0$	厘米

在  $(t - t_0) \text{ } ^\circ\text{C}$  下铁杆伸长  $\Delta l = l_t - l_0$  按公式(4)为：

$$\Delta l = \frac{b}{2D} \Delta s$$

铁杆的相对伸长为

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \frac{b \Delta s}{2D l_0}$$

铁杆的线膨胀公式为：

$$l_t = l_0 [1 + \alpha(t - t_0)]$$

$\alpha$  称做铁杆的线膨胀系数，上式可改写成

$$\alpha = \frac{l_t - l_0}{l_0(t - t_0)} = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot \frac{1}{(t - t_0)} = \frac{b \Delta s}{2D l_0(t - t_0)}$$

将以上数据代入此式，便可计算出铁杆的线胀系数。



## 实验三 混合法测定铁块(铜块)的比热

### 一、实验目的:

学会利用量热工具用混合法测量导体的比热。

1. 量热器连搅拌器, 2. 电炉和蒸汽锅, 3. 温度计(0—100℃, 1℃刻度; 0—50℃,  $\frac{1}{10}$ ℃刻度)各一支, 待测铁块(或铜块), 5. 物理天平。

量热器(见图1)通常是用铜做的两个筒, 一大一小, 小筒放在大筒内, 两筒间隔一层空气作为绝缘体以免导热, 小筒表面镀镍很光亮, 以减少辐射。小筒内盛水, 并插有搅拌器和温度计( $\frac{1}{10}$ ℃刻度的)。

铁块放在蒸汽锅中加热, 蒸汽锅中插有温度计(1℃刻度的)以量温度, 铁块上系细线以吊住铁块。

### 二、实验原理:

本实验是利用混合法来测定铁块比热的, 混合法的意思就是: 在一系统内各部分温度原来不等, 混合后一部分物体放出的热量全部为另一部分吸收, 最后达到整个系统温度相同即达到平衡状态。本实验中, 我们把铁块先热到一定温度后放入装有冷水的量热器内, 铁块是系统中放热的部分, 而量热器、搅拌器和冷水, 就构成系统的另一部分, 它们吸收铁块放出的热量。

假如量热器和搅拌器的质量为 $m_1$ 克, 比热是 $c_1 = 0.0936$ 卡/克度, 冷水的质量为 $m_2$ 克, 比热是 $1.00$ 卡/克度, 它们开始时温度都是 $t_1$ ℃。铁块质量为 $m$ 克, 比热是 $C$ , 混合前它的温度为 $t_2$ ℃, 混合后达到平衡状态时, 整个系统的温度(称终温)为 $t$ ℃, 由于量热器、搅拌器和水所吸收的热量应等于铁块所放出的热量, 所以:

$$m_1 c_1 (t - t_1) + m_2 \times 1.00 \times (t - t_1) = mc(t - t) \quad (1)$$

上述考虑是不够精确的, 因为自温度 $t_1$ ℃升至 $t$ ℃时浸在量热器中的温度计也要吸收热量; 此外盛水量热器连搅拌器对外散热尽管不多, 却也不可能避免。因此在较精确的测量中, 就必须对(1)式进行修正。

用具和仪器描述:

1. 量热器连搅拌器, 2. 电炉和蒸锅, 3. 温度计(0—100℃, 1℃刻度; 0—50℃,  $\frac{1}{10}$ ℃刻度)各一支, 4. 待测铁块(或铜块), 5. 物理天平。

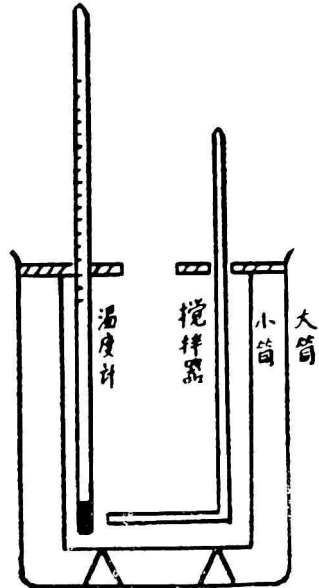


图1