

医用物理学实验指导

(附习题)

重庆医学院物理教研室編

一九七八年五月

目 录

结 论	(1)
实验一 测量法	(2)
实验二 用毛细管黏滞计测定液体的黏滞系数	(3)
实验三 振动体频率测量	(10)
实验四 用超声波测深度和厚度	(11)
实验五 偶极子电场的测绘	(13)
实验六 用热敏电阻测温度	(14)
实验七 温差电现象的研究	(16)
实验八 用电势计测电动势	(17)
实验九 心电图机的使用	(19)
实验十 安培计的刻度	(22)
实验十一 伏特计的刻度	(23)
实验十二 万用电表的使用	(25)
实验十三 照明电路的安装	(28)
实验十四 交流电路中的电容、电容量的测定	(30)
实验十五 交流电路中的自感、自感系	(32)
实验十六 晶体管直流电源	(33)
实验十七 晶体三极管放大电路的安装	(34)
实验十八 振荡电路——单管电针机的安装	(35)
实验十九 阴极射线示波的使用	(36)
实验二十 测定薄透镜焦距	(39)
实验二十一 用分光计观察连续光谱和线状光谱	(40)
实验二十二 用光栅测光波的波长	(42)
实验二十三 光电比色计原理	(44)
实验二十四 用糖量计测定糖的百分含量	(46)

〔附〕习题

第一章 机械运动的基本定律	(48)
第二章 波动与声波	(50)
第三章 液体的流动	(50)
第四章 热运动的基	(51)

第五章	电场与电流	(51)
第六章	磁场、磁场与电场的相互转换	(53)
第七章	电子学基础	(54)
第九章	光的发射和吸收	(55)
第十章	波动光学	(56)
第十一章	几何光学	(56)
第十二章	原子、分子结构与光谱	(57)
第十三章	原子核物理	(58)

1

1

医用物理学实验

绪 论

物理学是自然科学中最重要的部门之一，是实验的科学。

为了确定物理现象的规律性，第一步就是要观察，但是科学的观察并不是很简单的问題，为了说明任何物理现象的规律性，必须从许多关系中分析出那些是主要的因素，并且尽可能地变化这个现象所处的条件，在各种不同的条件之下，来观察这个现象是怎样进行的，也就是由简单的观察转变到实验。

毛主席在实践论中说：“认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去”，所以辩证唯物主义认为实验和理论同是科学认识过程中的必需部分。

物理学的发展完全决定于实验技术的发展，但反过来说，实验技术，也只有物理学本身发展的基础上才有可能发展。

对我们医学院进行物理实验来说，有两个重要的目的，第一、使学生能够认识最重要的，在以后各学科中以及在医院里实际工作中可能使用到的仪器，并通晓精密的物理学测量的基本方法与技能。第二、通过实验操作，能更进一步了解物理现象的本身，巩固在讲课时所学到的理论知识。

下面我们将要分别说明有关实验的计算，作图和应注意的事项，这些知识对于每一个做实验的人都很重要，在实验之先必须要掌握它。

一 测量的误差

由于我们所使用的测量仪器的缺陷，和我们感觉器官的限制，所有的测量只可能作到一定的准确程度，因此测量结果所给与我们的，不是所测之量的真实的数值，而只是近似值。例如，测定物体重量时准确度达到0.1毫克力，这就是说，所求出的物体重量与其真值之差小于0.1毫克力。

测量的准确程度要看测量所用的仪器和全部测量方法如何而定，例如用很好的天平来称约200克重的物体，准确度不难到0.1毫克，即0.00005%的准确度。再如用温度计测定温度的变化，如所用的温度计只能读到0.1°，如果所测温度的变化约为5°，那么准确度就不能超过所测之量的2%了。

在同一实验中有几个不同的量要测定，而且每个所测之量的准确度是不同的；那么在分别测定各量时不必过分地超过各量中准确度最低的那一准确度的限度，例如在做量热实验

时，不必用很精密的天平。因为量热器温度的测定，只能达到2%的准确度。

为了提高最后结果的准确度，任何实验必须不止作一次，而在相同条件下作若干次。

事实上，在进行测量时，我们多少总有些误差的（错误）；这些误差可从两种原因产生：（1）系统的误差，产生于测量仪器的不准确性，测法本身的错误，观察者的疏忽。增加测量的次数并不能减少这种误差的影响；它们只能用对测法本身的批判，仪器状况的修正，是否严格遵守实验规则等方面来改进。（2）偶然的误差是由于读数的不准而产生的，其产生的原因是我们的感官的缺点，这是任何实验者都有可能引入的。为了减少这种误差，多次反复进行同一测量是完全必要的。

二 有效数字

有效数字：在普通物理实验中，掌握实验的基本技术和测量方法是实验的主要目的之一。

某一物理量的测量，就是与一被选为单位的同类量来比较，求出它是单位量的多少倍，这就是我们所需要的量数。例如用尺来测量物体的长度等。

用任何仪器测量时，其结果不是所测之量的真实数值，而只是它的近似值。随着科学的发展，仪器的精密程度逐步地提高，所测得的近似值便愈接近于真实数值。

例如用刻有厘米的米尺来测量一棒的长度，我们很容易读出这棒的长度是大于10厘米，小于11厘米。虽然米尺没有刻到毫米，但我们可以估计到毫米（最小刻度的1/10）因此棒长可读为10.2厘米，至于再想多读一位小数，用这样的米尺是不能测出的。因为任何一个读数的估计数字一般不能超过一位。（即在通常情形，最多只能估计到它最小刻度的1/10）。如果用刻有毫米的米尺来测量，便可以直接读到毫米，而且可以估计到毫米的1/10，如10.23厘米。假使这棒的长度恰巧为10.2厘米时，我们应当写做10.20厘米。

由上面的例子，因为测量仪器的精密程度不同，所得到的结果也不同。前者可估计到毫米，得到三位数字；后者可估计到1/10毫米，得到四位数字。这些“1”，“0”，“2”，“3”的数字，都是从观测得来的，并非臆造而具有特殊意义的，叫做有效数字。有效数字的多少是由测量仪器的精密程度决定，因此我们不能随便增减数字。有效数字愈多，表示测量的准确性愈高。

使用有效数字的目的，可以避免繁复的运算，并能使实验的结果配合测量仪器的精密程度；同时便于选择适当精密程度的仪器，达到实验所需要的结果。

“0”是有效数字。如上例10.20厘米中的二个“0”都是有效数字，同时表示小数点位置的“0”不算有效数字。如0.00120米中前面三个“0”不算有效数字，因为它们仅仅表示用的单位的大小，并不能表示测量的精密程度。因此书写时应尽量避免。通常写成10的幕次（数量级）来表示，即 1.20×10^{-3} 米。

有效数字和小数点的位置是没有关系的，当某量数的单位改变时，有效数字也不能有所增减。例如10.23厘米（四位有效数字）化为微米或仟米，不能写做102300微米，或是0.0001023仟米。应当写做 1.023×10^5 微米及 1.023×10^{-4} 仟米（仍为四位有效数字）。

有效数字的运算：关于有效数字的运算，我们在这里只能谈它们基本的、简略的规则。这个规则只适用于量数，对于公式中的常数、指定数等（见例六），不须按照处理有效数字

的方法来处理，通常可以用算术中的方法处理。

1. 加减法：诸数相加减时，所得结果的有效数字应以各数中最大可疑的数字作为标准。

例一： $10.1 + 4.178 = 14.3$,

例二： $10.1 - 4.178 = 5.9$

$$\begin{array}{r} 10.1|?? \\ + 4.1|78 \\ \hline 14.3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10.1|?? \\ - 4.1|78 \\ \hline 5.9 \end{array}$$

2. 乘除法：诸数相乘除时，所得结果的有效数字的位数一般应以各数中有效数字最少的位数作为标准。好象一根链条所能担负的重量，以链条中最弱的一环（即某环有裂痕）作为依据。

例三： $10.1 \times 4.178 = 42.2$
(3位)(4位)(3位)

例四： $10.1 \div 4.178 = 2.42$
(3位)(4位)(3位)

例五：759毫米的2倍是 $759 \times 2 = 1.52 \times 10^3$ 毫米。这里759毫米是量数，如果写做1518毫米，也是通行的，但超出的位数以一位为限。

例六：用单摆测定重力加速度 g ，实验测得 $L = 100.23$ 厘米，振动 $n = 100$ 次所需的时间 $t = 200.2$ 秒。

从单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可以得到 $g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$ ，而 $T = \frac{t}{n}$ ，

上式中 $4\pi^2$ 是常数， L ， t 是量数， n 是指定数。

$$T = \frac{t}{n} = \frac{200.2}{100} = 2.002 \text{ 秒 (以量数为依据, 仍用四位有效数字)}$$

$$g = \frac{4\pi^2 \times 100.23}{(2.002)^2} = \frac{39.48 \times 100.23}{4.008} = \frac{3953}{4.008} = 986.3 \text{ 厘米/秒}^2$$

(π 等所取的数字应配合量数中有效数字最少的一个量数)

在这些例子里，最要注意的是什么是量数？什么是指定数？什么是常数？运算中的有效数字要适当。不能少！也不必多！

注意：实验的数据和计算的结果不能用分数来表示。

三、百分差

实验的结果和公认值的差，叫做实差，测定物理量的差数有时是很大的数，例如在测量声速时一米的误差，不以为多，而在测量一线的直径时，其误差虽小至若干分之一厘米时，反认为误差过大，所以一实验的准确度必须以实差和公认值间之百分数来表示，即百分差

$= \frac{\text{实差}}{\text{公认值}} \times 100\%$ 。例如声速的公认值为每秒331.2米，实验值为每秒330.2米，那么它的百

分差为:

$$\frac{331.2 - 330.2}{331.2} \times 100\% = 0.32\%$$

计算百分差时,只取二位数字。

四、图 示 法

在理论及实验物理中,图示法的应用有很大的价值。当一个实验的结果,有二个独立数量而它们彼此有联系时,这关系就可作一图来表明。这图形可表示一个变数(Y)随另外一个独立变数(X)变化的状态。在习惯上以横轴表示独立变数值,而以纵轴表示因变数的值。一变数表示的单位和其名称,应在座标轴上明白注出,当每一变数在绘出时所选的标准,要特别注意使结果的图形能占据全纸的大部分,以求明显。必要时标度的起点可以不从0开始。表示观察结果的诸点,应以较小的“X”表之,用铅笔画一光滑的曲线,以代表各点平均分配情形,这曲线应力求平均的经过各点之间,使在曲线一旁的点约与另一旁的点数相等。若图形为一直线,则其变数间的关系为 $Y = MX + C$,式中“M”和“C”都是常数,所以利用图示法所得的结果,往往较由数学计算所得的手续容易。

五、实验时应注意的事项

1. 进入实验室前,必须先仔细地阅读实验讲义中所述和这个实验有关的一切,如果读后对这现象和要点仍旧不够清楚,那么应当参看物理学教学参考书(或物理学讲义),务必对这个实验的主要内容和进行步骤能基本上了解,然后,要同样仔细地熟悉本实验所用的仪器的构造,使用法和将要进行怎样的测量。

然后,根据实验讲义的内容做好预习。

2. 在开始实验之前,必须先检查一下,对本实验所需的全部用具是否都已齐备,如发现缺少或损坏,事先报告教员。

3. 应当很小心地使用仪器,不应打开或拆散它们,不应随手玩弄仪器。在没有完全确信仪器已正确装好时,决不可开始测量。在做电学实验时,更应注意下列各点:

(a) 所有的连接都要用整条的完好的绝缘导线,而且要在接线柱上连结紧。用直接扭结的办法来连接导线是不许可的。

(b) 在任何情形下不得自行连接电源(直流电源,交流电源等)只有在教员对连接线路作了检查以后,才许可连接电源开始测量。

(c) 在发现电路中某一部分过于发热,甚至发出焦味时,应当迅速地断开电源,并报告教员。

4. 把实验中所测量的数值,仔细地填入实验报告的表格内,再根据它们来算出最后结果和百分误差,作为正式报告。

5. 实验完毕,尽量把仪器收拾整齐,尤其是电源必须断开,以免损坏仪器。

实验一 测量法

目的：练习使用游标测径器、螺旋测微器和熟练有效数字的计算。

器材：游标测径器，螺旋测微器，金属圆柱体，圆筒及金属球。

原理：游标测径器是在普通的直尺（主尺）上装可以沿主尺滑动的小尺，这个小尺称为游标，这样装置后可使原尺测量的准确度提高至10倍。

游标测径器的游标上刻有10个小分度，10个分度的总长，和主尺上9个最小分度的总长相等，即如图1-1a所示。如果X表示游标上每一分度的长，Y表示主尺最小分度的长等于1毫米：

$$\text{那末 } 10X = 9Y$$

$$\text{或 } X = \frac{9}{10} Y$$

而游标的每分度与主尺的每分度长度的差是：

$$Y - X = Y - \frac{9}{10} Y = \frac{1}{10} Y = \frac{1}{10} \text{毫米。}$$

这个量叫做游标的准确度。也就是说，用游标测径器测量长度，可以准确到 $\frac{1}{10}$ 毫米。

现在来讨论一下，用游标测径器测量长度的方法，设L是待测的一段长度（图1-1b），使它的起端和主尺的零点重合，同时设该段的末端，位于主尺第5和第6刻度之间，那么可以写成：

$$L = 5Y + \Delta L$$

此处 ΔL 是主尺第5分度内，暂时不知道的部分。

现在将游标安置在该段L的末端，使游标的零点和该段的末端重合，因为游标的分度，与主尺的分度不等，那么必然地，在游标上可以找到这样的一个刻度如第7个刻度，它与主尺上相对应的第 $5 + 7 = 12$ 个刻度相重合。从图1-1b可以看出。

$$\Delta L = 7Y - 7X = 7(Y - X) = 7 \times \frac{1}{10} \text{毫米}$$

因而总长应等于：

$$L = 5 \text{毫米} + \frac{7}{10} \text{毫米} = 5.7 \text{毫米，}$$

这一结果可以叙述如下：一线段的长度，用游标测径器来测量时，等于主尺整数分度的

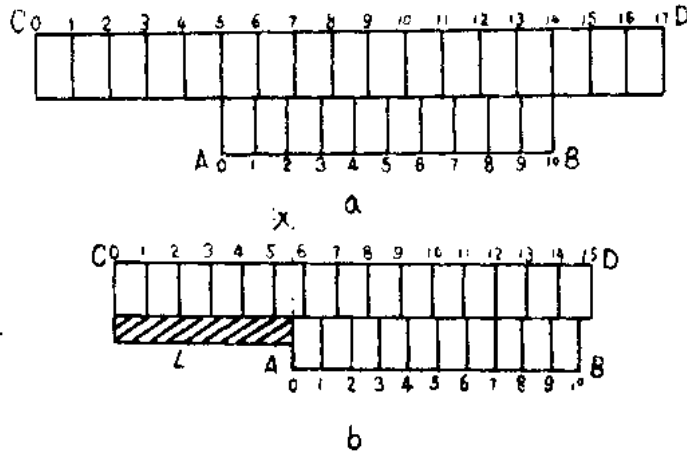


图1-1 游标测径器原理

读数，加上 $\frac{1}{10}$ 毫米与游标上与主尺某一刻度重合的刻度的号数的乘积。

仪器描写：（一）利用上述原理构成的游标测径器如图1-2所示。LM为主尺，FA附在主尺上。FB可以在主尺上滑动，在它的夹套上对着主尺刻度的地方刻有游标。当A与B重合时，F与F重合，T的尖端与主尺末端齐。因此用AB可量物体的长度与外径，用FF可量物体的内径，用T可量物体的深度。使用时，推动游标使AB相合，读下游标上零线的位置

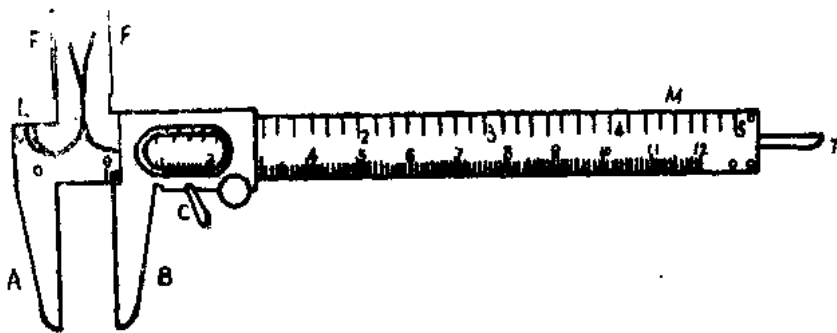


图1-2 游标测径器

置即零位数，然后，分开AB，把被测物体夹在两者的中间，游标向右移动距离即为该物体的长度，所以此时游标零线的读数和零位数差就是所求的长度。

（二）螺旋测微器如图1-3所示，它的形状象虎头钳，S是一个螺旋柱，与螺旋柱相连着一个刻有分度的圆帽b，e是一个连有直尺的螺旋套。旋转柄g，螺旋柱可前进后退。e尺上的一等分等于S上的螺距。通常为 $\frac{1}{2}$ 毫米。如果将b转动 $\frac{1}{50}$ 周时，则ab间距的变动为

$$\frac{1}{50} \times \frac{1}{2} = 0.01 \text{ 毫米，故分d为五十等分，则其一分度等于0.01毫米。使用时，先旋转g。}$$

使ab面接触，读出零位数。此读数的整数可在e上念出，而小数部分可在d上念出。然后

旋出螺旋柱将待测物体夹在ab中，如前记下读数，由此读得数减去零位数是螺旋柱向右移动的距离亦所测的长度。注意测量时，螺旋不宜压得太紧，以免待测物体压紧的程度不一致而引起误差，测量时只要转动g，使ab两点和物体紧密接触即可。

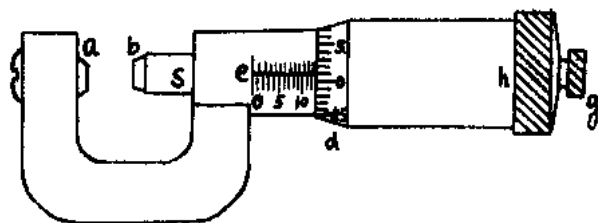


图1-3 螺旋测微器

方法：（一）用游标测径器测量圆柱体的内径外径及高度各三次已知圆柱体的质量，用数学公式求出该圆柱体的体积后，算出它的密度。

（二）用螺旋测微器测量三个不同圆球的直径各三次，已知其中一个圆球的质量，计算该球的体积及密度。

注意事项：求体积或密度时须用有效数字或对数来运算

记录：（一）用游标测径器测量：

游标测径器的零位数 = 厘米

测量次数	圆柱体的高度（厘米）		圆柱体的直径（厘米）	
	读得数	高度	读得数	长度
1				
2				
3				

圆柱体的质量 = 平均 克
 圆柱体的体积 = 平均 立方厘米
 圆柱体的密度 = 克/立方厘米
 公认值 = 克/立方厘米 百分差 = %

测量次数	圆筒的高度（厘米）		圆筒的内径（厘米）		圆筒的外径（厘米）	
	读得数	高度	读得数	内径	读得数	外径
1						
2						
3						

（二）用螺旋测微器测量：

螺旋测微器的零位数 = 厘米。

测量次数	圆球(号)的直径(厘米)		圆球(号)的直径(厘米)		圆球(号)的直径(厘米)	
	读得数	直径	读得数	直径	读得数	直径
1						
2						
3						

圆球(号)的质量 = 平均 克
 圆球(号)的体积 = 平均 立方厘米
 圆球(号)的密度 = 平均 克/立方厘米
 公认值 = 克/立方厘米 百分差 = %

问题: (一) 本实验中所用游标测径器及螺旋测微器各有几位有效数字? 它们的准确度各达多少?

(二) 在计算本实验中圆柱体体积, 圆球体积及密度应各得几位有效数字?

实验二 用毛细管黏滞计测定液体的黏滞系数

目的: 测定酒精的黏滞系数。

器材: 毛细管黏滞计, 温度计, 停表, 烧杯, 移液管, 水及酒精。

原理: 当液体通过毛细管时, 如果管的半径为R厘米, 管长为I厘米管两端压强之差为每平方厘米p达因, t秒间流过液体之体积为w立方厘米, 则根据泊谟叶定律, 可以求出该液体的黏滞系数η为

$$\eta = \frac{\pi p t R^4}{8 \nu I} \quad (1)$$

在厘米克秒制中, η的单位为泊。

从上式, 如果以一定容积的不同液体在同样条件下通过同一毛细管, 例如液体(1)流过的时间为t₁, 其密度为ρ₁, 液体(2)流过的时间为t₂, 其密度为ρ₂则从(1)式可知

$$\eta_1 = \frac{\pi \rho_1 t_1 R^4}{8 \nu I} = \frac{\pi \rho_1 g h t_1 R^4}{8 \nu I} \quad (2)$$

$$\eta_2 = \frac{\pi \rho_2 t_2 R^4}{8 \nu I} = \frac{\pi \rho_2 g h t_2 R^4}{8 \nu I} \quad (3)$$

上两式相除，消去 v , R , I 等，得到

$$\eta_2 = \eta_1 \frac{\rho_2 t_2}{\rho_1 t_1}$$

我们用这种比较测量法，可以无需知道 R , I , v 等值就可以方便地求出 η_2 (假定 $\eta_1 \rho_1 \rho_2$ 为已知)。

仪器描述：仪器的形状如图 2-1 所示，它是一个 u 形玻璃管，一边管子较粗，另一边较细，b 以下为毛细管。从 Q 端将水（或液体）注入管内，将水压到左边记号 A 以上，然后让它沿毛细管流下，用停表记录水流过 A B 的时间 t_1 。然后将水换成待测液体，（例如酒精）记下它从 A 降到 B 的时间 t_2 。如果水的密度及酒精的密度已经预先从物理常数表中读出，水的黏滞系数也已经用外方法测定，则酒精的黏滞系数即可从公式（4）计算得到。

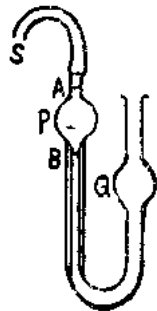


图2-1 毛细管黏滞计

方法：（一）将洗涤液注入毛细管黏滞计洗涤，然后用清水冲洗几次。

（注意，洗涤液不能随便乱放，以免弄到身上，桌上）。

（二）用清洁的移液管将一定体积的清水（5 厘米³）自 Q 端注入黏滞计，并用口在 S 端吸液上升到液面达 A 处以上约半厘米左右。

（三）当水流到 A 时，开动停表，记水自 A 流到 B 的时间为 t_1 。

（四）重复上面步骤共三次，取 t_1 平均值。

（五）将水倒出，用酒精洗涤黏滞计（洗过的酒精不要倒入瓶内，倒在另一个容器中）。

（六）用移液管移与水同体积的酒精入黏滞计，重复上面步骤（二）--（四）。

（七）将酒精倒出，用清水洗好仪器。

（八）由公式（4）计算 η_2 。

记录： 水的密度 $\rho_1 =$ 克/立方厘米
 酒精的密度 $\rho_2 =$ 克/立方厘米
 水的黏滞系数 = 泊
 温度 = C°

水流出 A B 的时间 t_1 (秒)	酒精流出 A B 的时间 t_2 (秒)	酒精的黏滞系数 (泊)

平均 =

实验三 振动体频率测量

目的：（一）观察驻波现象。

（二）利用弦线振动定律测定振动体的频率。

器材：电动音叉，直流电源，弦线（长1.5米），滑轮，称盘，砝码若干，米尺，天平。

原理：如果有周期和振幅相同的两列波，在同一直线上相对地进行，它们干涉的结果形成若干固定不动的点，称为波节，其他各点以不同的振幅振动，振幅最大的点称为波腹。相邻两个波节之间的距离等于 $\frac{1}{2} \lambda$ 。这种波动状态称为驻波。

设振动体频率为 ν ，则波速为：

$$v = \lambda \nu$$

$$\nu = \frac{v}{\lambda} \dots\dots (1)$$

如果弦线所受的张力为 F ，弦线的线密度（单位长度的质量）为 μ 。则振动在弦线上的传播速度（波速）又为：

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \dots\dots (2)$$

（2）式就是弦线振动定律。式中 F 的单位是达因， μ 的单位是克/厘米。若将（2）代入（1）得振动体频率：

$$\nu = \frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \dots\dots (3)$$

仪器描述：如图3—1所示，弦线 S 的一端系在电动音叉 A 的端点上，另一端跨过滑轮 P 部挂一称盘，盘中放砝码。电动音叉作为振源，当它振动时在弦线上形成一系列波，这波达到 P 点即起反射，在弦线上形成驻波。砝码与称盘所受的重力即为弦线所受的张力。变换砝码即能改变张力，从而改变波速及波腹的数目。

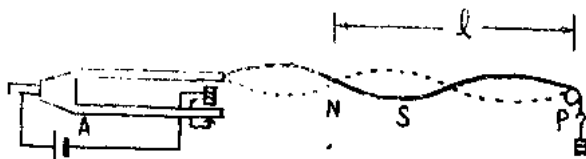


图3—1

方法：（一）量弦线之长 L ，并称其质量 m ，由此算出弦线密度 $\mu = m/L$ 。

（二）系弦线于音叉上，并系称盘于弦线之末端，使弦线跨过滑轮。

（三）接电池于音叉，通电使之振动。使电动音叉振动的方法是将断续器的“调节螺

丝”转进到两点相接触，然后分开它们，直到出现小火花。这时再将“~~调节螺丝~~”前后转动，就能使音叉振动。

(四) 逐渐增加盘中之砝码，直到弦线上出现三个波腹并现出极明晰的波节为止，记下称盘和砝码的质量 M ，算出张力 $F = Mg$ 。测量自音叉起第一个波节 N 到弦线与滑轮 P 相切之点的距离 l (见图 8-1)；数出 NP 之间的波腹数 n ，再由 $\lambda = 2 \cdot \frac{l}{n}$ 求出波长。这样将 F 、 μ 、 λ 代入(3)式就算出振动频率 ν 。

(五) 继续增加盘中砝码，直到出现四个、五个、六个波腹，重复方法(四)记下 l 、 n ，算出 ν 。

注意事项：(一) 所用弦线应力求柔软及均匀，不能打结，不能弯折。

(二) 增减砝码应至波节显著为止。

(三) 量弦线之长时过松过紧皆不适宜。

(四) 切勿将砝码落在地上。

记录：弦线之长度 $L =$ 厘米

弦线之质量 $m =$ 克

弦线之线密度 $\mu =$ 克/厘米

称盘与砝码总质量 M (克)	张 力 $F = Mg$ (达因)	N 、 P 间距离 l (厘米)	波腹数 n	波 长 $\lambda = 2 \cdot \frac{l}{n}$ (厘米)	振动体的振动频率, (赫芝)

平均 $\nu =$ 赫芝

问题：(一) 解释为什么波节间的距离是半个波长。

(二) 音叉与弦线连接之点是不是波节，为什么？

实验四 用超声波测深度和厚度

目的：(一) 了解超声测距的原理。

(二) 学习使用超声波仪。

器材：A型超声波仪、烧杯、物体、标尺等。

原理：超声波是一种频率高、波长短、能量集中，方向性强，贯穿本领大的弹性波。超声测距是利用超声波在传播过程中，遇到不同介质的介面时将产生反射的特性。

超声波仪的探测原理是探头（压电晶片）把高频脉冲发生器产生的高频振荡转换成超声波，然后将超声波在物体内的传播过程中所遇介面而反射回来的超声波能量转换成电信号，送至放大电路，最后在荧光屏上显示出反射波的幅度、形状、数量和时间先后，从而表明被测的物体内各界面的形态、数量及位置。

仪器操作：

(一) 熟悉FJ-751型超声波诊断仪面板图。

(二) 接通电源、右旋“标尺亮度”，指示灯应亮。

(三) 待半分钟后荧光屏即显示出距标波形和始波。

(四) 调节《水平位移》及《垂直位移》至适中位置以便观测。

(五) 调节《辉度》至适当亮度。

(六) 调节《聚焦》和《辅助聚焦》至波形清晰为止。

(七) 《粗调》《细调》由所需探测距离而定，时标每小格始终代表1CM。

(八) 《增益》《抑制》一般由实际情况而定。如“增益”置于《6—7》《抑制》置于《5—6》。

(九) 探头与被测物体接触时，应在被测部位涂以声耦合剂，如石蜡油、甘油等。

(十) 仪器灵敏度及时标鉴别：

1. 《增益》《抑制》约调制7的位置，探头正对20MM厚的有机玻璃试块时，应有四个反射波，则说明仪器灵敏度正常。

2. 时标校准，当水槽隔板置于10CM时，用探头探测时，反射波与始波应距离10格，则说明时标正常，即时标一格代表。1CM

方法：

(一) 仔细认清超声波仪面板上各开关和调节旋钮的名称、位置及功能。

(二) 按操作步骤使用仪器，并检验仪器灵敏度及时标。

(三) 如图4—2所示，利用时标测定容器中溶液深度AD和溶液中物体厚度BC。注意须根据探测距离而选择适当的《粗调》和《细调》。

记录：

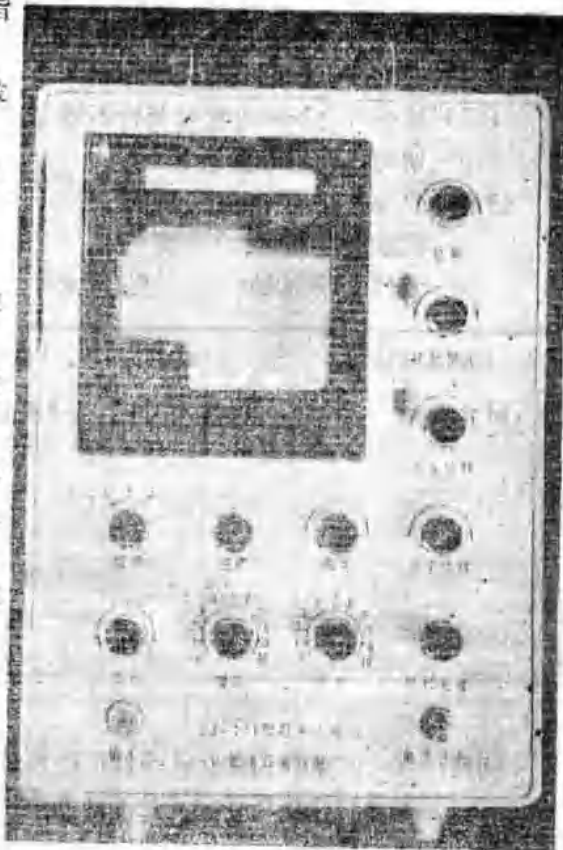


图4—1

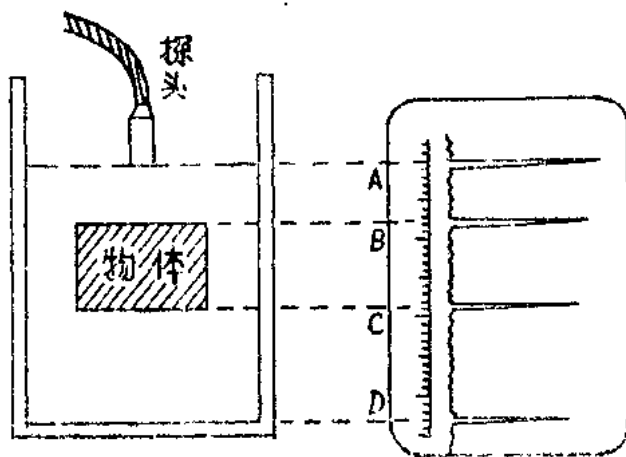


图4—2

- (一) 用米尺测量：容器中溶液深度——CM。
 溶液中物体厚度——CM。
- (二) 用超声波仪器测量：容器中溶液深度——CM。
 溶液中物体厚度——CM。
 百分误差： %

问题：图4—2是否与人体脏器的超声探测原理相似？为什么？

实验五 偶极子电场的测绘

目的：在偶极子电场中描出等位线和电力线。

器材：瓷盘、平板电极，及尖端电极，电流计，接线，探针及直流电源。

原理：静电场可以用电场强度 E 和电位 V 来表示，使用电力线和等位线可以描出静电场的分布情况。

所谓电力线是一些曲线，这些线上每一点的切线方向都与这点的电场强度的方向相合。根据电位概念的物理意义，电力线永远与等位线正交。所以如果我们用实验的方法，定出等位线，那末电场中的电力线的分布也可以确定。

事实上，在实验和理论方面，作出电场的电位之测量和计算，通常较其对电场强度的测量和计算为容易。因此在我们的实验中就是实验地研究场内电位的分布。而不是这个电场的电场强度的分布，最后，电力线的分布情况，可以根据等位线的正交线而作出。

但是静电场的研究是很困难的。因此，在本实验的条件下，静电荷所生静电场的研究，可用恒稳电流所生的电场的研究来代替。

仪器描述：仪器装置如图5—1所示，在瓷盘的玻璃底板下面，放有方格纸，在瓷盘中盛有稀食盐水，置金属电极A、B于其中。

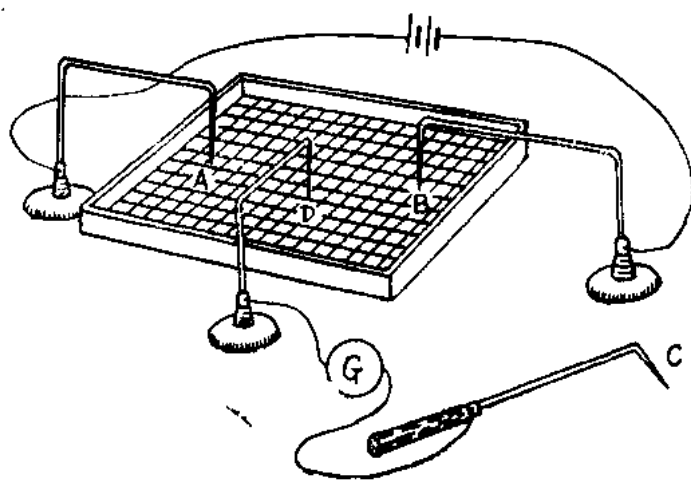


图5—1 研究静电场的实验装置

又以直流电源保持金属电极间有一稳定的电位差。为了研究场内电位的分布情形，取两个和电流计连接的尖锐的金属探针C、D，D固定地放在盘中某一点上，C可以在盘中找出使电流计不生偏转的一些点。

方法：（一）根据图中所示，装置仪器，注食盐水于盘中，安置尖端电极于方格纸中间的一直线上，相距为16厘米。

（二）将探针D放在A、B之间，移动探针C以求电流计指针不生偏转时各点的位置，这种位置最少须求得八点。

（三）在另一方格纸上用小圈记出两电极A、B的位置，再作“X”号表示C与D的位置，通过各点连成一曲线，即为等位线。

（四）将电极D放在A、B中间的另一位置，如上法作七次，以求得七条等位线。

（五）在同张方格纸上画出若干条与等位线正交的曲线，即为电力线。

注意事项：电流计必须小心使用，不可直接与电源连接，否则将使电流计立即烧毁。

实验六 用热敏电阻测温度

目的：（一）了解热敏电阻的特性，绘制热敏电阻随温度变化的校核曲线。

（二）学会使用箱式惠斯顿电桥测电阻。

器材：热敏电阻、电流计、电源、箱式惠斯顿电桥、烧杯、温度计等。