

中等农业学校教科书

农牧科各专业适用

物理学实验

WULIXUE SHIYAN

中等农业学校物理教科书編輯委员会編

人民教育出版社

本书可供中等农业学校农牧科各专业作为物理学的实验教程,与同一编者所编的“物理学”(上、下册)一书配合使用。

农牧科各专业适用
物 理 学 实 验

中等农业学校物理教科书编辑委员会编

人民教育出版社出版

高等学校数学用书编辑部
北京宣武门内大街26号

(北京市书刊出版业营业许可出字第2号)

人民教育印刷厂印装 新华书店发行

统一书号 13010·834 开本 850×1168¹/₃₂ 印张 1

字数 25,000 印数 0001—10,000 定价 (4) 40.12

1960年7月第1版 1960年7月北京第1次印刷

目 录

实验一	互成角度的两个力的合成	1
实验二	测定规则形状固体的密度	3
实验三	用单摆测定重力加速度	7
实验四	测定固体物质的比热	8
实验五	研究气态方程	10
实验六	测定电热当量	12
实验七	验证欧姆定律	14
实习一	一般照明电路的安装	16
实习二	一般照明电路的检修	21
参观课	——参观电厂	26
实验八	凸透镜焦距的测定	29
实验九	测定玻璃的折射率	30

实验一 互成角度的两个力的合成

【实验目的】

1. 验证互成角度的两个力合成时的平行四边形法则。
2. 研究两力互成角度时，夹角的大小与合力的大小的关系。

【仪器材料】 直尺、三角板、测力计、一套等重的砝码、带有铁夹的铁架台二、木板、纸张、图钉、五分钉二枚，連結在一起三条细绳（其中一条上有一个套环，另外两条上都有两个套环）。

【实验步骤】

1. 用图钉把纸钉在木板上。
2. 把木板竖直的固定在二个铁架台的铁夹上。
3. 在木板上钉上两枚五分钉，把细绳的套环分别挂在钉上，在另一条细绳的套环上挂两个砝码，整个装置如图 1。
4. 用铅笔在纸上描出绳结的位置（这个位置将作为力的作用点）、套在五分钉上的两条绳的方向以及吊有砝码的绳的方向。

5. 用测力计测定套在五分钉上绳的拉力。为此，先把测力计挂在自由垂直着的套环上，并沿着绳的方向拉开，使套在五分钉上的套环松开，然后由五分钉上取出这个套环，调节测力计的位置，使结子仍然回到原来的位置上，并使绳的方向也跟原来的相同。在这个过程中，要注意使测力计的可动部分完全不跟它的底板接触。把测力计所示的力(F_1)记下，并把另一套环套回原来的五分钉上。

6. 用同样的方法测定另一条绳的拉力(F_2)，把所得结果记入表内。

7. 将所挂的砝码的重量(Q)也记入表内。

8. 拆卸仪器，取下带着的砝码，取去五分钉和绳，把木板从铁

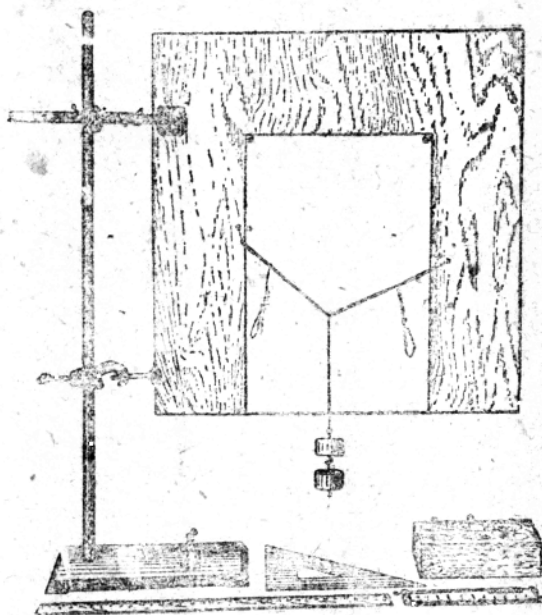


图1. 互成角度的两力的合成的实验装置。

夹中取出并放在桌上。用铅笔和直尺从力的作用点(绳结的位置)沿着三条绳的方向画直线。在这些直线上,根据任意选定的标度,用矢量来表示绳的拉力和砝码的重量。

9. 从力的作用点起作一个表示力的矢量,使它代表的大小跟砝码的重量相等,方向跟砝码重量的方向相反。这个矢量所表示的就是互成角度的绳的拉力的合力(R)。为什么?

10. 用代表绳的拉力的两个矢量为两邻边,利用直尺和三角板作平行四边形。看我们在步骤9.中所作的矢量是否跟这个平行四边形的对角线在大小和方向上相同。我们实验的结果证明了什么?

11. 改变夹角的大小,用同样的方法,重作一次,并把所得结果

記入表內。

記錄表

	F_1	F_2	Q	R
第一 次				
第二 次				

【作業題】 两个力間的夹角逐渐增大，合力的大小是不是要改变？怎样改变？夹角减小时，合力的大小又如何呢？

实验二 測定規則形状固体的密度

【实验目的】

1. 学习游标尺及天平的使用法，并了解游标尺的构造和原理。
2. 測定鋁(或銅)的密度。
3. 学会百分誤差的計算。

【原理】

1. 游标尺：

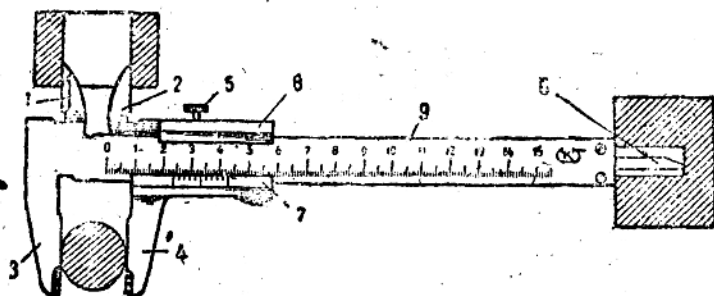


图2. 游标尺：

1, 2, 3, 4—表示四个測脚；5—表示螺釘；6—游标；7—切口，
附有刻度的叫做游标；8—滑动片；9—直尺，也叫作主尺。

(1)构造: 游标尺有两个主要部分, 一个是直尺, 另一个套在直尺上并且可以沿着直尺移动的游标。

两只测脚 1 和 3 是和直尺固定在一起的, 沿着直尺可以滑动的滑片 8 与另外两只测脚 2 和 4 固定在一起。滑动片可由螺钉 5 来固定, 滑动片的前面切去一部分可以露出直尺上的刻度, 在切口 7 的斜面上有游标刻度。在滑动片的背部连结着一根狭片 6, 这个狭片嵌在直尺背后的一个凹槽里, 可以沿槽自由滑动。

(2)应用: 测脚 1、2 可测量槽的宽度; 测脚 3、4 测量零件的厚度; 狭片 6 测量槽或筒的深度。

(3)原理: 最简单的游标刻度, 常把相当于直尺上的 9 个毫米的长度分成 10 等分, 作为游标的刻度, 这时游标刻度的每一等分等于 $9/10$ 毫米即 0.9 毫米, 如图 3。

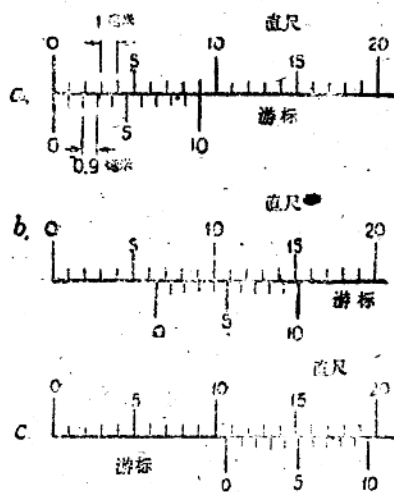


图 3. 游标尺刻度的说明。

当游标尺两个测脚合在一起时, 游标上的零刻线应和直尺上的零刻线重合, 这时, 除了游标上的第十根刻线和直尺上的第九根刻线重合外, 游标尺上的其他各刻线的位置 (图 3, a) 不会与直尺上的刻线重合。游标上的第一根刻线在靠近直尺上第一根刻线左边的 0.1 毫米处。游标上第二根刻线又靠近在直尺上第二根刻线左边的 0.2 毫米处, 其余依此类

推。

若在两测脚间放一张厚为 0.1 毫米的薄片, 那么, 游标就向右

移动 0.1 毫米, 这时游标上的第一根刻线就会和直尺上的第一根刻线相重合。若在两脚间放一块为 0.2 毫米的薄片时, 那么, 游标上的第二根刻线就和直尺上第二根刻线重合, 其余依此类推。

所以只要被测薄片的厚度不到 1 毫米时, 那么, 在游标上第几根刻线和直尺上任一根刻线相重合时, 游标上所指的这根刻线的读数, 就表示被测薄片的厚度是十分之几毫米。

若测量大于 1 毫米长度的物件时, 整的毫米数可由游标零刻线所指的紧靠左边的直尺上的刻度读出, 而十分之几毫米数, 可由游标上和直尺上任一根刻线相重合的游标上的第几根刻线来决定。例如图 3, b、c 所示, 游标位置相当于被测物体的长度是 6.4 毫米和 10.6 毫米。

2. 天平:

(1) 构造: 初中已经学习过, 这里不再叙述。

(2) 使用方法:

①旋动天平底座螺旋, 使重垂线的重锤尖端与天平底座上的尖端相对时, 天平才算调整成水平。

②若是附有游码的天平, 先用镊子拨动游码到横梁上的零刻线的位置。

③扭动开关, 使横梁升起, 横梁开始左右摆动, 观察指针在标牌上左右移动的格数, 关停天平, 然后调整横梁左右两端的平衡螺旋, 再使天平升起, 重新观察指针在标牌上左右移动的格数是否相等。如此下去, 直至指针在标牌上左右移动的格数相等或停在中间的零刻线的位置为止。

④左盘放被称量的物体, 右盘放砝码, 这样增减砝码时比较方便。

⑤称量物体时, 砝码增添一定要严格, 遵从由大到小, 这样就不会发生砝码不够用的现象。

⑥物体称好后, 先由砝码盘内空出来的位置由大到小粗记一

次,然后用镊子将砝码由大到小放回砝码盒内再记一次,看是否相符,这样不致发生记数上错误。

⑦若是 $\frac{1}{100}$ 克的精确度的天平(即天秤的感量为 $\frac{1}{100}$ 克),百分之几克可以由左向右拨动横梁上的游码来代替砝码。若横梁刻度尺上是分作100等分,那么每移动1格就等于在右盘上增加了百分之一克的砝码。

(3)注意事项:

①将天平放于平稳无振动的桌面上。

②使用天平时不得受风吹动,否则影响测量的准确性。

③要轻手的扭动开关,使横梁慢慢上升和慢慢下落;加取砝码时应先将天平关停,这样就不致于使天平横梁左右摆动过于利害,天平刀刃不易受损。

④砝码或物体放入秤盘中时要轻,且要放在秤盘中間,这样就可避免秤盘振荡而损伤小刀口。

⑤砝码应该用镊子去取,不能直接用手去取,并保持清洁,用后依次放入盒内。

⑥天平不用时应将横梁落下,刀垫挂鉤应从刀口拿至横梁内,游码置于零位。

3. 密度: 物体的质量(m)跟它的体积(V)的比,叫做该物质的密度。

公式: $D = \frac{m}{V}$ (克/厘米³)

【仪器材料】 游标尺、铝(或铜)柱体、天平、砝码、各种物质的密度表(公用)。

【实验步骤】

1. 熟悉游标尺的使用方法。

2. 用游标尺测柱体的长度和半径,共测三次,将数据分别填入表内,求出它的平均数,按柱体体积公式($V = \pi r^2 h$)算出柱体的体

积。

3. 了解天平的构造, 砝码的组合法及游码使用法。
4. 用天平称柱体的质量, 将数据填入表内。
5. 根据 2.4. 测得的结果, 算出铝(铜)的密度。

【记录】

实验次数	半径 r (厘米)	长度 h (厘米)	体积 $V = \pi r^2 h$ (厘米 ³)	质量 m (克)	密度 $D = \frac{m}{V}$ (克/厘米 ³)
1					
2					
3					
平均值					

铝的密度 = 2.7 克/厘米³ (公认值)

铜的密度 = 8.9 克/厘米³ (公认值)

实验结果 = 克/厘米³ (实验值)

$$\text{百分误差} = \frac{\text{公认值} - \text{实验值}}{\text{公认值}} \times 100\%$$
$$= \quad \%$$

【作业题】若游标上的刻度是以直尺上的 19 毫米的距离在游标上分成 10 等分或 20 等分作为游标上的刻度, 问具有这样两种情况的一把游标尺的精确度各是怎样? 并且从原理上加以阐明。

实验三 用单摆测定重力加速度

【实验目的】

利用单摆测定重力加速度, 并明确单摆的等时性。

【仪器材料】 米尺、停表、带有铁夹的铁架台(或单摆架)、小球、线、量角器。

【实验步骤】

1. 将铁夹固定于铁架台上, 并将铁架台放置桌边使铁夹伸到桌外。

2. 用线穿过小球的细孔, 打一较大的线结作成单摆, 并将线的上端系于铁夹上, 使摆球离地 10—20 厘米高, 量出摆长 l 记于下表中。

3. 用拇指与食指拿住摆球的两侧, 将摆球从平衡位置偏移到不超过 5° 的角度(用量角器量度), 然后放开它, 同时用停表测出摆动 50 次(摆球来回摆动算做一次)所需要的时间, 再算出摆动周期 T , 记于表中。

4. 把摆长 l 和摆动周期 T 代入公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 中求出 g 的值记于表中。

5. 不变更摆长, 按下表规定的振动次数, 重做二次, 把所需的各数据, 分别记于表中。然后求出所测得的重力加速度的平均值。

顺序	摆长	振动次数	所需时间	振动周期	所测之 g 值 ($g = 4\pi^2 l / T^2$)	g (平均值)
1		50				
2		80				
3		100				

【作业题】 试计算一下在我们这里如果要使摆在两秒钟摆动一次, 摆长要多少长?(假定空气的阻力和悬线与铁夹之间的摩擦力均不计)。

实验四 测定固体物质的比热

【实验目的】

通过对固体物质的比热的测定,学会使用量热器,更好的应用热平衡方程解决实际问题。

【仪器材料】 (1)天平、砝码; (2)量热器; (3)量度范围为 50°C 温度表($\frac{1}{10}$ 刻度的),和量度范围 100°C 以上温度表; (4)铁支架、石棉网、酒精灯; (5)圆锥烧瓶、试管; (6)固体颗粒(铜粒或铅粒,锡粒、铁粒等); (7)水; (8)各种物质比热表(公用)。

【实验步骤】

1. 称出被测固体颗粒的质量 m_1 , 装入干燥的试管内, 并将 100°C 以上的温度表插入试管内, 使水银球部埋入固体颗粒中。放入装有温水的圆锥烧瓶中, 间接加热。

2. 擦干量热器内金属圆筒(包括搅拌器), 称出它的质量 m_2 , 它的比热 c_2 可以从比热表中查出。

3. 把水倒入量热器金属圆筒内, 称出它们的总质量, 并算出水的重量 m_3 。

4. 把量热器内金属圆筒放入大筒里, 用 50°C 的温度表测出量热器内冷水的初温度为 t_1 。

5. 从圆锥烧瓶里取出试管, 同时读出温度表的温度, 即固体颗粒的温度 t , 并迅速将固体颗粒倒入量热器里的水中。

6. 用搅拌器搅动量热器里的水, 同时观察温度表的温度变化, 记下最高温度 θ , 这就是混合以后的共同温度。

7. 根据测得的数据, 利用热平衡方程, 计算出固体颗粒的比热。

8. 用同样的方法, 测定其他固体的比热。

【记录】

被测固体颗粒的质量 $m_1 =$ 克

金属圆筒和搅拌器的质量 $m_2 =$ 克

水的质量 $m_3 =$ 克

水的温度 $t_1 =$ $^{\circ}\text{C}$

被测固体颗粒的温度 $t =$ $^{\circ}\text{C}$

水和被测固体颗粒的混合后的温度 $\theta =$ $^{\circ}\text{C}$

量热器的比热 $c_2 =$ 卡/克·度

設被测固体颗粒的比热为 c_1 根据热交换列出热平衡方程进行计算。

实验结果 = 卡/克·度

百分误差 = %

【作业题】 根据测定结果，试说明产生误差的原因。

实验五 研究气态方程

【实验目的】

从封闭气体的体积压强和温度三者间相互变化的测量来研究气态方程。



图4.

【仪器材料】 (1)固定在刻度尺上的一端封闭的U形玻璃管，管的闭端有一段被水银封在里面的气体柱(图4)；(2)温度计；(3)气压计(公用)；(4)冷水、热水；(5)烧杯。

【实验步骤】

1. 在烧杯中倒入冷水，把U形管竖直插入冷水中。杯中的冷水应当能够淹没U形管的闭端。

2. 从刻度尺上读出管内气体柱长的毫米数。用1毫米长的气体柱的体积做体积的单位，那么，气体柱的体积的单位数 V 就等于长度的毫米数，把 V 和以后测得的各个量记在后面的表里。

3. 从刻度尺上读出U形管两管中水银面的高度

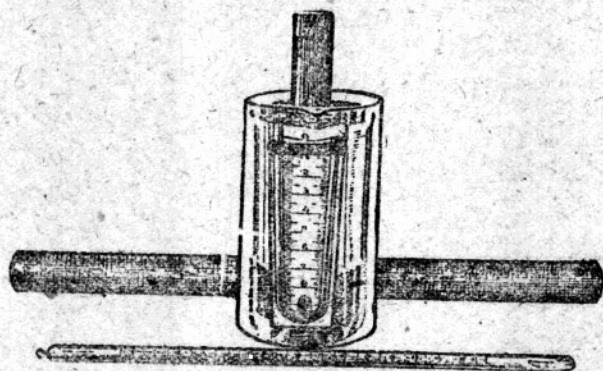


图5. 研究气态方程的实验装置。

差 h ，再从气压计上读出当时的大气压强 H ，根据这两个数值算出气体的压强 p 。

4. 用温度计量出冷水的温度 t ，这也是气体柱的温度，把它换算成绝对温度 T 。

5. 把烧杯里的冷水换成热水，重做上面实验。

6. 等到烧杯中的热水冷却到某一温度（或渗入冷水使其均匀混合，降到某一温度）时，再把上面的实验重做一次。

7. 把 T 去除 p 和 V 的乘积。

体 积 V	水银面的高度差 h	压强 $p = H \pm h$	温度 T	$\frac{pV}{T}$

8. 把每次实验得到的 $\frac{pV}{T}$ 的值比较一下，可以得出什么结论？

实验六 测定电热当量

【实验目的】

1. 测定电热当量。
2. 学会按线路图联接电路。
3. 学会使用安培计、伏特计和变阻器。

【原理】

焦耳-楞次定律：电流通过导体时，所产生的热量(Q)与电流强度(I)的平方成正比，与这一段电路的电阻(R)和与通电时间(t)成正比。

公式

$$Q = KI^2 Rt$$

K 叫做电热当量

$$\text{即, } K = \frac{Q}{I^2 Rt} = \frac{Q}{IU t} \text{ (卡/焦耳)}$$

【仪器材料】 电量热器^①、温度表(最好用 $\frac{1}{10}$ 刻度的温度表)、安培计、伏特计、蓄电池、开关 K 、滑动变阻器、导线、停表、天平、砝码、煤油。

【实验步骤】

1. 用天平称出电量热器的内筒和搅拌器的质量为 m_1 ，然后将煤油倒入电量热器的内筒中(约满 $2/3$)，再称得总质量为 m_2 ，那么煤油的质量为 $m_2 - m_1$ ，将金属内筒放入

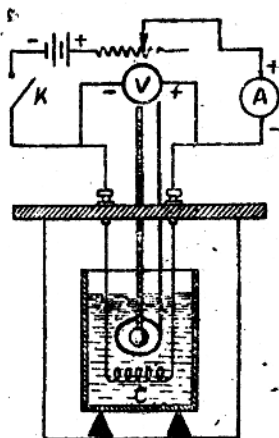


图6. 焦耳实验装置。

① 若有些电量热器只有玻璃外壳而没有金属杯时，则只考虑煤油吸收的热量即可。

大筒內，并将盖盖好，插入温度表。在插入温度表时，使它的球部不要与电阻絲相接触。

2. 按图将电量热器、安培計、滑动变阻器、开关和蓄电池串联；将伏特計和电量热器并联。

3. 用滑动变阻器調整电流强度(約为 0.5 安培)^①，保持电量热器两端电压不变，然后断开电路，由温度表讀出煤油的初温 t_1 。在接通电路的同时开动停表，记录通电时间(約 5 分钟)，并随时用搅拌器不断地輕輕搅动煤油。当电路断开时，通电停止，立即由温度表讀出煤油終温 t_2 。

4. 由煤油和电量热器內的內筒(包括搅拌器的质量)的质量和升高的温度，算出煤油和金属內筒所吸收的热量 Q ，由安培計和伏特計量出电流强度 I 和电压 U ，由停表记录电流通过时间 t ，并計算出电热当量 K 的数值。

【记录】

金属內筒的质量 $m_1 =$ 克；

煤油和金属內筒的质量 $m_2 =$ 克；

煤油的质量 $m_2 - m_1 =$ 克；

煤油的初温 $t_1 =$ °C；

煤油的終温 $t_2 =$ °C；

煤油的比热 $c_1 = 0.51$ 卡/克·度；

电量热器的金属內筒的比热 $c_2 =$ 卡/克·度；

煤油和金属內筒所吸收热量

$$a = [(m_2 - m_1)c_1 + m_1c_2](t_2 - t_1) = \text{卡}。$$

安培計上的讀数 $I =$ 安培；

伏特計上的讀数 $U =$ 伏特；

通电的时间 $t =$ 秒；

① 在考慮使用电流强度的大小时，应注意滑动变阻器的最大負載量，以免损坏。

电热当量 $K = \frac{Q}{IUt}$ 卡/焦耳。

电热当量的公认值 = 0.24 卡/焦耳。

百分误差 = %。

实验七 验证欧姆定律

【实验目的】

1. 验证欧姆定律。
2. 进一步学会按线路图联接电路，熟练使用安培计、伏特计、变阻器。

【原理】

部分电路的欧姆定律：当导体的电阻不变时，导体中的电流强度与它两端的电压成正比；当导体两端的电压不变时，导体中的电流强度与它的电阻成反比。

公式

$$I = \frac{U}{R}$$

【仪器材料】 电阻箱、滑动变阻器、安培计、伏特计、导线、开关 K 、蓄电池。

【实验步骤】

1. 按线路图联接电路，经过检查没有错误后，接通电源（关闭开关），看指针是否摆动，如果指针不摆动，那可能是导线相联接的地方接触不良所引起的，尤其是应注意检查电阻箱铜块间的孔里金属塞是否接触良好。

2. 拔掉电阻箱的一个铜塞，保持电阻不变的条件下，用变阻器改变电阻箱两端的电压，相应地记下电路上电流强度的变化。这样实验四次，将数据一一记入表内。这里值得指出的是：为了便于