

全日制普通高级中学



物理实验册

云南省教育科学研究院 编

第二册



班级 _____
姓名 _____

云南教育出版社

云南省中小学教材审定委员会审定

全日制普通高级中学

物理实验册

第二册

云南省教育科学研究院 编

云南教育出版社

责任编辑：刘致凡

封面设计：程 杰

全日制普通高级中学

物 理 实 验 册

第二册

云南省教育科学研究院 编

云南教育出版社出版

(昆明市环城西路 609 号)

云南新华书店集团有限公司发行 昆明益民印刷有限公司印装

开本：787×1092 1/16

印张：2.25

字数：47000

2003 年 6 月第 4 版

2006 年 6 月第 11 次印刷

ISBN 7-5415-0561-7/G·456

(压膜本) 定价：2.20 元

如发现印装质量问题，请与承印厂联系调换 (0871—5121362)

说 明

根据国家教育部制订的全日制普通高级中学物理教学大纲和人民教育出版社修订再版的《全日制普通高级中学教科书·物理第二册》(必修加选修),我院物理组重新编写了高中物理实验册第二册.

这本实验册供使用新教材的我省各级各类学校高二年级有关学生使用.各校应在掌握大纲精神的前提下,深入理解本书的内涵,切实提高高二年级物理实验教学的质量.

因编写时间较紧,加之编者水平有限,不妥之处请师生们指正,并提出具体建议,以便不断充实和完善.

云南省教育科学研究院

2003年6月

目 录

实验一	验证动量守恒定律	(1)
实验二	用单摆测定重力加速度	(4)
实验三	用油膜法估测分子的大小	(6)
实验四	电场中等势线的描绘	(8)
实验五	描绘小灯泡的伏安特性曲线	(10)
实验六	测定金属的电阻率	(12)
实验七	把小量程的电流表改装为电压表	(14)
实验八	研究闭合电路的欧姆定律	(16)
实验九	用电流表和电压表测定电池的电动势和内电阻	(18)
实验十	练习使用示波器	(21)
实验十一	练习使用多用电表测电阻	(25)
实验十二	用多用电表探测黑箱内的电学元件	(28)

实验一 验证动量守恒定律

【实验目的】

验证两个小球碰撞前后的动量守恒。

【实验原理】

此实验用两个大小相同但质量不等的小球进行碰撞。设两个小球的质量分别为 m_1 和 m_2 ，且 $m_1 > m_2$ 。让质量为 m_1 的小球从碰撞实验器的斜槽上滚下来，跟放在斜槽末端旁小支柱上的质量为 m_2 的小球发生正碰。设碰撞前质量为 m_1 的入射小球的速度是 v_1 ，质量为 m_2 的被碰小球静止，两个小球碰撞前的总动量是 $m_1 v_1$ ；碰撞后入射小球的速度是 v_1' ，被碰小球的速度是 v_2' ，两个小球碰撞后的总动量是 $m_1 v_1' + m_2 v_2'$ 。根据动量守恒定律，应该有：

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'.$$

只要分别测出两个小球的质量、碰撞前入射小球的速度和两个小球在碰撞后的速度，代入上式，就可以验证两个小球碰撞前后的动量是否守恒。

小球的质量可以用天平称出。两个小球碰撞前后的速度，可以利用平抛运动的知识求出。实验中，让两个小球均做平抛运动落到地面。由于它们下落的高度相同，飞行时间 t 也就相同。它们飞行的水平距离 $s = vt$ ，与小球开始做平抛运动时的水平速度 v 成正比。先不在小支柱上放被碰小球，让入射小球从斜槽上某一位置自由滚下做平抛运动，测出其飞行的水平距离 s_1 ；然后在小支柱上放上被碰小球，让入射小球从斜槽上同一位置自由滚下与被碰小球发生碰撞，碰撞后两小球均做平抛运动，测出入射小球飞行的水平距离 s_1' 和被碰小球飞行的水平距离 s_2' 。如果测得的两个小球的质量 m_1 和 m_2 ，以及两个小球碰撞前后做平抛运动飞行的水平距离 s_1 、 s_1' 和 s_2' 满足以下关系：

$$m_1 s_1 = m_1 s_1' + m_2 s_2',$$

也就验证了两个小球碰撞前后动量守恒。

【实验器材】

大小相同但质量不等的两个小球，碰撞实验器，白纸，复写纸，重垂线，天平和砝码，游标卡尺，刻度尺，圆规。

【实验步骤】

1. 用游标卡尺测出小球的直径 d （实验中两个小球大小相同）。

2. 用天平称出两个小球的质量, 以质量大的小球为入射球 (其质量为 m_1), 以质量小的小球为被碰球 (其质量为 m_2).

3. 将碰撞实验器固定在桌边, 使斜槽末端水平. 把被碰小球放在斜槽旁的小支柱上, 调节小支柱, 使两球相碰时处于同一高度, 碰撞后的速度方向在同一条直线上, 如图 1-1 所示.

4. 在碰撞实验器斜槽末端前方地面上铺一张白纸 (白纸的大小要足够), 并将白纸固定好.

5. 在碰撞实验器的斜槽端点系上重垂线, 在白纸上记下该线所指的位置 O (它表示碰撞时入射小球的球心在纸上的垂直投影).

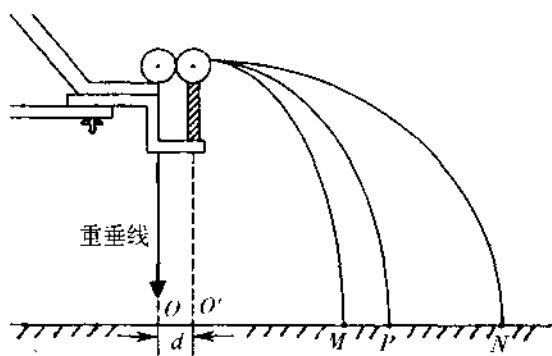


图 1-1

6. 先不放上被碰小球, 让入射小球从斜槽上某一高度处自由滚下, 初步确定它在白纸上的落点位置, 将复写纸盖在落点上, 然后重复 10 次, 在白纸上得到 10 个落点. 用尽可能小的圆把所有的落点圈在圆中, 圆心 P 就是未发生碰撞时入射小球落点的平均位置.

7. 把被碰小球放在小支柱上, 让入射小球从斜槽上原来的高度自由滚下, 使它们发生碰撞, 重复 10 次. 用同样的方法标出碰撞后入射小球落点的平均位置 M 和被碰小球落点的平均位置 N .

8. 过 O 、 N 点作直线 ON (点 M 、 P 应在这条直线上). 在 ON 上取 $OO' = d$ (O' 点表示碰撞时被碰小球的球心在纸上的垂直投影).

9. 用刻度尺测量线段 OM 、 OP 和 $O'N$ 的长度.

10. 把测得的 m_1 、 m_2 、 OM 、 OP 和 $O'N$ 值代入下式:

$$m_1 OP = m_1 OM + m_2 O'N,$$

若等式成立, 也就验证了动量守恒定律.

【实验记录】

小球直径 d/m	小球质量		小球做平抛运动飞行的水平距离		
	m_1/kg	m_2/kg	OP/m	OM/m	$O'N/m$

结论: _____

【实验讨论题】

1. 实验中，为什么要求入射小球的质量大于被碰小球的质量？答：_____

2. 实验中，为什么入射小球每次都必须从斜槽上同一高度处自由滚下？答：_____

实验二 用单摆测定重力加速度

【实验目的】

用单摆测定当地的重力加速度。

【实验原理】

单摆在偏角很小时，振动周期跟偏角的大小和摆球的质量无关。单摆的周期公式是

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ，变换后得：

$$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}.$$

只要测量出单摆的摆长 l 和振动周期 T ，就可以求出当地的重力加速度 g 的值。

【实验器材】

铁架台和铁夹，两个质量不同的、中心有小孔的金属球，约 1m 长的细线，秒表，米尺，游标卡尺。

【实验步骤】

1. 取一段约 1m 长的细线，让线从金属球的小孔穿过，然后打一个比孔大一些的结，做成了一个单摆。

2. 将铁夹夹在铁架台的上端，把铁架台放在实验桌边上，使铁夹伸到桌面以外。把做好的单摆用铁夹固定在铁架台上，使摆球自由下垂。

3. 用米尺测量摆线长度 l' （准确到毫米），用游标卡尺测量摆球直径，算出半径 r 。单摆的摆长即悬点到球心的距离，即 $l = l' + r$ （图 2-1）。

4. 把单摆从平衡位置拉开一个小的角度（不大于 5° ），使单摆在竖直平面内摆动。用秒表测量单摆完成全振动 30 次所用的时间，求出完成一次全振动所用的平均时间，这就是单摆周期 T 。测量三次，再算出 T 的平均值。

5. 根据 T 的平均值和摆长 l 的数值，算出当地重力加速度 g 的值。

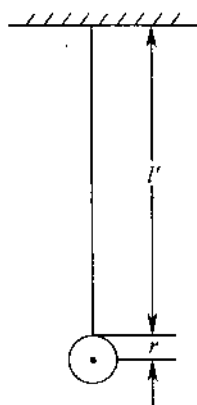


图 2-1

【实验记录】

次别	摆动 30 次的时间	单摆周期	周期 T 的平均值	l	$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$
1	$t_1 =$	$T_1 =$			$g =$
2	$t_2 =$	$T_2 =$			
3	$t_3 =$	$T_3 =$			

【实验讨论题】

1. 调整摆长 l 来研究单摆周期与摆长的关系, 将实验数据填入下表, 算出三次的 $\frac{\sqrt{l}}{T}$, 得出 $\frac{\sqrt{l}}{T}$ 是一个 _____ (填变或不变) 数的结论.

摆长 l	摆长的平方根值	振动 30 次的时间	单摆周期	$\frac{\sqrt{l}}{T}$ 的值
$l_1 =$	$\sqrt{l_1} =$	$t_1 =$	$T_1 =$	$\frac{\sqrt{l_1}}{T_1} =$
$l_2 =$	$\sqrt{l_2} =$	$t_2 =$	$T_2 =$	$\frac{\sqrt{l_2}}{T_2} =$
$l_3 =$	$\sqrt{l_3} =$	$t_3 =$	$T_3 =$	$\frac{\sqrt{l_3}}{T_3} =$

2. 不改变摆长和偏角, 更换单摆的摆球, 用实验来研究单摆周期与摆球质量关系, 并将数据填入下表. 由此得出单摆周期与摆球质量 _____ 关的结论.

摆球质量	摆动次数	振动时间	周期
大			
小			

3. 本实验中, 摆线应选用 _____ (填粗、细) 线, 摆角应小于 _____, 单摆应在 _____ 面内摆动.

实验三 用油膜法估测分子的大小

【实验目的】

学习估测分子大小的方法。

【实验原理】

油酸的分子式为 $C_{17}H_{33}COOH$ 。它的一个分子可以看成由两部分组成：一部分是 $C_{17}H_{33}$ —，另一部分是—COOH。—COOH 对水有很强的亲合力。当把一滴用酒精稀释过的油酸滴在水面上时，油酸就在水面上散开，而酒精溶于水中，并很快挥发，在水面上形成如图 3-1 所示形状的一层纯油酸薄膜，其中的 $C_{17}H_{33}$ — 部分冒出水面，而—COOH 部分留在水中。油酸分子直立在水面上，形成一张单分子层油膜。实验中如果算出一定体积的油酸在水面上形成单分子油膜的面积，即可估算出油酸分子的大小。

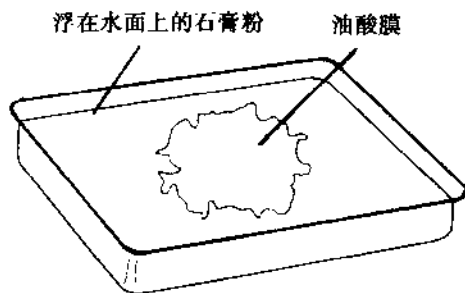


图 3-1

【实验器材】

滴管，浅水盘，玻璃板，石膏粉，酒精油酸溶液。

【实验步骤】

1. 用滴管将教师事先配制好的酒精油酸溶液一滴一滴地滴入量筒中，记下量筒内增加一定体积时的滴数。
2. 往边长为 30~40cm 的浅水盘里倒入约 2cm 深的水，然后将石膏粉均匀地撒在水面上，再用注射器或滴管将教师事先配制好的酒精油酸溶液滴在水面上一滴，形成如图 3-1 所示的形状。
3. 待油酸薄膜的形状稳定后，将事先准备好的玻璃板（或有机玻璃板）放在浅水盘上，然后将油酸膜的形状用彩笔画在玻璃板上。
4. 将画有油酸薄膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上，算出油酸薄膜的面积 S 。求面积

时以坐标纸上边长为 1cm 的正方形为单位，计算轮廓内正方形的个数，不足半个的舍去，多于半个的算一个。

5. 根据教师配制的酒精油酸溶液的浓度，算出一滴溶液中纯油酸的体积 V 。根据一滴油酸的体积 V 和薄膜的面积 S 即可算出油酸薄膜的厚度 $L = \frac{V}{S}$ ，即油酸分子的直径。

6. 重复上述步骤，再做两次实验，算出平均值。

【实验记录】

次 别	溶液的体积 V_1/m^3	油酸的体积 V_2/m^3	薄膜面积 S/m^2	油酸分子直径 d/m
1				
2				
3				
平均值				

注：表中 V_1 、 V_2 、 S 都是指一滴液体的有关数据。

实验四 电场中等势线的描绘

【实验目的】

用描迹法画出电场中一个平面上的等势线。

【实验原理】

带电体在它的周围空间产生电场。静电场中场强的分布情况可用电场线形象地表示出来，电场线和等势面是相互垂直的。通过实验测绘出电场的等势面（或线），利用电场线和它正交的关系，可以描绘出电场线，得到电场分布的形象。

实际测绘静电场的等势面（或线）是相当困难的，但可用电流场来模拟静电场，这是研究静电场的一种最简便的方法。具体做法是：在相距约 10cm 的两个电极上加一定电压后，在导电纸上将形成稳定的电流场。电极 A 与电源正极相连作为正电荷，电极 B 与电源负极相连作为负电荷，再从一个灵敏电

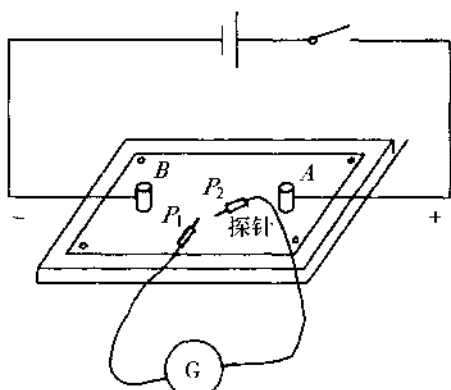


图 4-1

流表的两个接线柱引出两个探针（图 4-1）作为探测工具。这样，“两个相隔一定距离的等量异种电荷的电场”，就可用两个点电极在导电纸上的电流场来模拟了。

【实验器材】

平木板（40cm×30cm），学生电源（6V），灵敏电流表，一对探针（可用万用表笔代替），一对电极（用铜或铝制成的直径为 15mm 的圆柱体，上端有接线装置），开关，导线，25cm×18cm 的导电纸、复写纸和白纸。

【实验步骤】

1. 在木板上依次铺放白纸、复写纸、导电纸（其导电层向上），并用图钉固定好，然后将两个电极相距 10cm 左右放在导电纸上，在两极接上 6V 直流电。

2. 在导电纸上画出两个电极的连线，在连线上选取间距大致相等的 5 个点作为基准点（图 4-2 中的 1、2、3、4、5），然后用探针把它们的位置按压复印在白纸上。

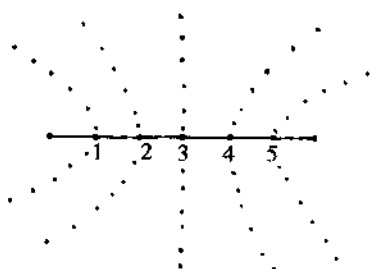


图 4-2

3. 找出和基准点 1 等电势的点子. 可将两个探针分别拿在左、右手中, 左手握住 P_1 , 将它置于基准点 1 处, 右手握住探针 P_2 , 使它和导电纸接触, 先在 P_1 的一侧距 1 点约 1cm 处选一个点, 看灵敏电流表指针发生偏转与否, 若指针不偏转, 说明这个点跟基准点电势相等, 用探针把这个点的位置复印在白纸上. 按照这个方法, 在 P_1 的两侧各探测出 6 个等电势点.

4. 用同样的方法, 将 P_1 移到 2 点, 再用 P_2 找出 12 个等势点; 再依次探出 3、4、5 的等势点.

5. 全部点子测出后, 取出白纸, 将 1、2...5 各组的等势点连起来, 画出 5 条平滑的曲线, 即得 5 条等势线.

【实验讨论题】

1. 当探针 P_1 、 P_2 在同一条等势线上时, 为什么灵敏电流表指针不偏转? 答: _____

2. 请你根据实验得出的这些等势线, 画出两个异种电荷的电场线.

实验五 描绘小灯泡的伏安特性曲线

【实验目的】

描绘小灯泡的伏安特性曲线，分析其变化规律。

【实验原理】

在图 5-1 所示的电路中，闭合开关 S 后，移动滑动变阻器的滑片 P ，使 P 置于多个不同位置，记录下电流表和电压表的读数，把这些数据的对应点画在坐标中，用平滑曲线把这些点连结起来，就得到了小灯泡的伏安特性曲线。

【实验器材】

小灯泡 (3.8V 0.3A)，学生电源 (4 ~ 6V)，滑动变阻器，电流表，电压表，开关，导线。

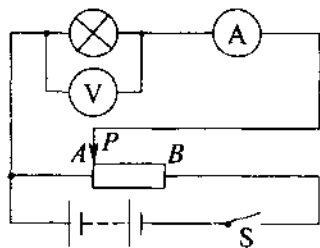


图 5-1

【实验步骤】

1. 按图 5-1 所示连接好电路，S 断开，滑片 P 置于 A 端。
2. 闭合 S，并将滑片 P 由 A 向 B 断续慢慢滑动，均匀记录 12 组电流和电压的数据，并把数据填入记录表中。
3. 把相应的数据对应点在 $I-U$ 坐标系中描出，用平滑曲线把这些点连起来。

【实验记录】

次 别	电流 I/A	电压 U/V
1		
2		
3		
4		
5		
6		

(续上表)

次 别	电 流 I/A	电 压 U/V
7		
8		
9		
10		
11		
12		

在图 5-2 中作出 $U-I$ 图线。

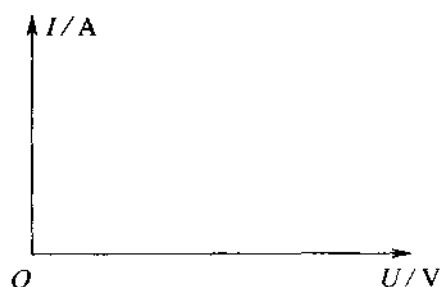


图 5-2

【实验讨论题】

1. 小灯泡的伏安特性曲线有什么特点？答：_____

2. 分析曲线变化的规律，说明为什么不是直线。答：_____

实验六 测定金属的电阻率

【实验目的】

1. 学习测定金属电阻率的一种方法.
2. 了解螺旋测微器(千分尺)的构造原理,并学会用它来测量长度.

【实验原理】

电阻定律是表示导体的电阻跟决定它的因素间的关系,由实验结果总结为: _____

_____ , 将它
写成公式: _____.

金属的电阻率是一个与材料本身有关的物理量. 变换上面公式的形式, 可以导出 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$. 由此式可知, 要测定金属的电阻率 ρ , 必须分别测出 _____

图 6-1 所示的是常用螺旋测微器, 固定在框架 F 上的 A 是 _____, G 是 _____, 通过精密螺纹套在 G 上的有 K' 、 K 、 H 和 P , K' 是 _____, K 是 _____, H 是 _____, P 是测微螺杆.

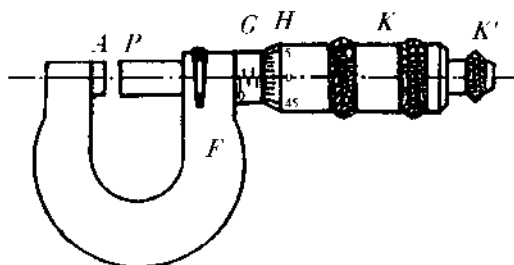


图 6-1

螺旋测微器的螺距等于 0.5mm , 圆周长等于 50mm . 把周长分为 50 等份, 每一等份为 _____ mm (1 格). 在周长上每移动 1 格, 螺旋沿轴线移动 _____ mm . 沿圆周转动 1 周 (50 格), 螺旋沿曲线移动 0.5mm .

使用螺旋测微器测量时, 大于 0.5mm 的部分由固定刻度直接读出, 小于 0.5mm 部分由可转动的 _____ 读出. 它可以准确到 0.01mm .

读数时要注意, 固定尺上表示 0.5mm 的刻度线是否已经露出, 如图 6-2 所示的读数应是 _____ mm .

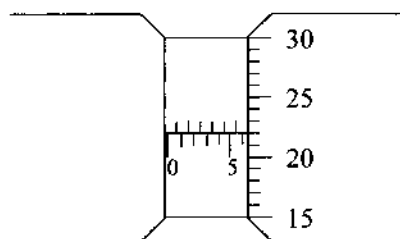


图 6-2