



高中物理

学生实验与 课题研究

GAOZHONGWULI
XUESHENGSHIYAN
YU KETIYANJIU
BAOGAOCE

报告册

第二册

浙江教育出版社



数据加载失败，请稍后重试！

责任编辑 郑德文
责任校对 戴正泉
责任印务 程居洪
封面设计 韩 波

高中物理学生实验与课题研究报告册

第二册

浙江教育出版社出版发行

(杭州市天目山路40号 邮编:310013)

杭州富春印务有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 6.75 字数 135 000

印数 7 001—11 000

2004年9月第 1 版

2006年8月第3次印刷

ISBN 7 - 5338 - 5511 - 6/G · 5481

定 价:7.00 元

联系电话:0571 - 85170300 - 80928

e-mail: zjjy@zjcb.com

网址: www.zjeph.com



数据加载失败，请稍后重试！

目 录

第一部分 学生实验

实验 1	验证动量守恒定律	1
实验 2	用单摆测定重力加速度	5
实验 3	用油膜法估测分子的大小	10
实验 4	用描迹法画出电场中平面上的等势线	14
实验 5	描绘小灯泡的伏安特性曲线	18
实验 6	测定金属的电阻率	23
实验 7	把电流表改装为电压表	28
* 实验 8	研究闭合电路欧姆定律	34
实验 9	测定电源电动势和内阻	38
实验 10	练习使用示波器	42
实验 11	用多用电表探索黑箱内的电学元件	47
实验 12	传感器的简单应用	54
实验 13	测定玻璃的折射率	59
实验 14	用双缝干涉测光的波长	64
* 实验 15	研究玩具电动机的能量转化	68

第二部分 课题研究指导与示例

中学物理课题研究的一般操作	71
示例 1 泥茶壶致冷原因的研究	76
☆ 方法谈:物理课题研究的一般步骤	79
示例 2 反冲运动实验的设计与展示	81
☆ 方法谈:从哪里找问题	83
示例 3 苹果生电的探究	85
☆ 方法谈:实验的设计	87
示例 4 我家中的传感器	89
☆ 方法谈:如何从问题中提炼出研究课题	91
示例 5 阿尔法磁谱仪与暗物质(研究指导)	93
☆ 方法谈:学生科技小论文的撰写	94

第一部分 学生实验

实验1 验证动量守恒定律

实 验 准 备

一、原理说明

使小球 m_1 以速度 v_1 做平抛运动, 设射程为 x_1 ; 小球 m_1 以速度 v_1 与小球 m_2 ($m_1 > m_2$) 做正碰后, m_1 、 m_2 分别以速度 v_1' 、 v_2' 做平抛运动, 设射程分别为 x_1' 、 x_2' . 由于平抛运动飞行时间与初速度无关, 检验 $m_1 x_1 = m_1 x_1' + m_2 x_2'$ 是否成立, 就等于验证了 $m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ 是否成立, 从而验证了动量守恒定律.

实验中应选择入射球的质量 m_1 大于被碰球的质量 m_2 . 因为根据碰撞理论, 若 $m_1 < m_2$, 则碰撞后入射球将被反向弹回.

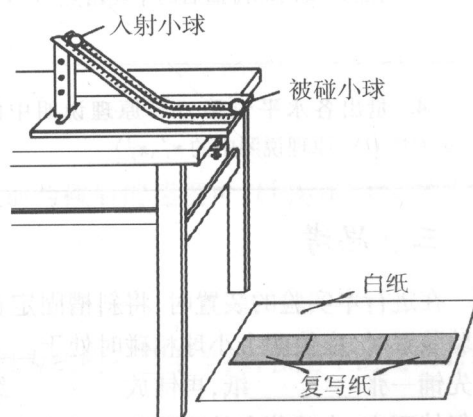


图 1-1

二、步骤规范

实验步骤	操作规范
(一) 组装和调整仪器(实验装置如图 1-1 所示) 1. 将斜槽安装在实验桌边沿 2. 铺好白纸及复写纸 3. 借助斜槽出口处的重锤在白纸上标出入射小球和被碰小球作平抛运动时水平位移的计时起点 O、O' 4. 用天平量出两个小球的质量, 选择其中质量较大的作为入射小球	1. 斜槽安装稳妥, 出口处保持水平 2. 白纸及复写纸的位置应能保证小球作平抛运动后都落到纸上 3. O 点应是悬挂在斜槽出口处的重锤所指的点 4. 按天平的操作规范使用天平

实 验 步 骤	操 作 规 范
二、测出小球 m_1, m_2 碰撞前后的落点,测出射程 1. 从斜槽一定高度自由释放入射小球,使它作平抛运动,在白纸上留下落点的印迹 2. 把被碰小球放在斜槽前端边缘处,让入射小球从原来的高度滚下,使它们发生碰撞,两小球各自在白纸上留下落点印迹 3. 求出入射小球在未和被碰小球碰撞时的平均落点 P 及两球碰撞后的平均落点 M, N 4. 量出各水平位移 OP (原理说明中的 x_1)、OM, ON (原理说明中的 x_1', x_2')	1. 每次释放小球的高度相同,释放小球无初速度,共重复十次左右 2. 要求同 1 3. (1) 用尽可能小的圆把所有本次小球的落点圈在里面,取其圆心即为平均落点 (2) 求平均落点时舍去个别明显偏离平均位置的点 4. 测量时可用最小刻度为 cm 的米尺,估读到 mm 位

三、思考

在进行本实验的装置时,将斜槽固定在桌边,使槽的末端点_____是水平的;调节实验装置时,应使两个小球相碰时处于_____;为了记录小球飞出的水平距离,在地上应先铺一张_____纸,再铺放_____纸;入射小球每次从斜槽滚下,滚下的_____应保持不变;小球落点的平均位置的确定办法是_____.

实 验 报 告

日期:_____年_____月_____日 同组实验者_____

【实验目的】

1. 验证两小球碰撞前后的总动量守恒;
2. 学习运用平抛物体水平飞行距离代替水平飞行速度进行研究的的思想方法.

【实验器材】

【实验记录、数据处理】

1. 入射小球的质量 $m_1 =$ _____; 被碰小球的质量 $m_2 =$ _____.

2. 入射小球未和被碰小球碰撞时水平位移 $OP =$ _____.

两小球碰撞后入射小球水平位移 $OM =$ _____.

被碰小球的水平位移 $ON =$ _____.

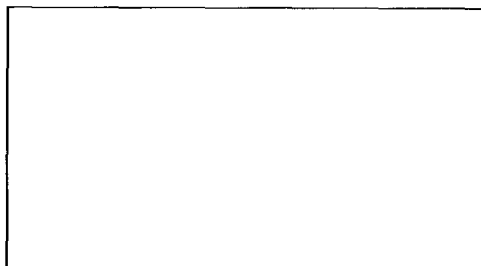
3. 碰撞前的总动量为 $p =$ _____.

碰撞后的总动量为 $p' =$ _____.

【实验结论】

实验表明, 两个小球作正碰时, _____

请你把有小球落点的印迹的记录纸, 即为求平均落点所作的包含落点的圆剪下后粘贴在方框中.



【实验练习】

- 在做“碰撞中的动量守恒”的实验中, 小球碰前与碰后的速度可以用小球飞出的水平距离来表示, 其原因是()
 - 小球飞出后加速度相同
 - 小球飞出后, 水平方向速度相同
 - 小球在空中水平方向做匀速直线运动, 因为从同一高度平抛, 在空中的运动时间相同
 - 小球在水平方向做匀速直线运动, 水平位移与时间成正比
- 在做“碰撞中的动量守恒”的实验中, 必须测量的物理量是()
 - 入射小球和被碰小球的质量
 - 入射小球和被碰小球的半径
 - 入射小球从静止释放时的起始高度
 - 斜槽轨道的末端到地面的高度
- 在做“碰撞中的动量守恒”实验时, 下列关于小球落地点说法中, 正确的是()
 - 如果小球每次从同一点无初速释放, 重复几次, 落地点一定重合
 - 由于偶然因素存在, 重复操作时小球落地点不重合是正常的, 但落地点应当比较集中
 - 测定 P 点位置时, 如果重复 10 次的落地点分别为 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_{10}$, 则 OP 应取平均值, 即 $OP = \frac{1}{10}(OP_1 + OP_2 + \dots + OP_{10})$
 - 用半径尽量小的外圆把 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_{10}$ 圈住, 这个圆的圆心就是小球落地点的平均位置 P

4. 从你的实验结果可知,碰撞前后的两小球的总动量是不会相同的,那么本实验中误差产生的主要原因有哪些呢?请分析.

【拓展活动】

在研究碰撞中的动量守恒实验时,应选择入射球的质量 m_1 大于被碰球的质量 m_2 . 因为根据碰撞理论,若 $m_1 < m_2$,则碰撞后入射球将被反向弹回. 那么,如果入射球的质量与被碰球的质量完全相同,又会怎样呢?

你可以找两根平行木杆和五个完全相同的金属球,金属球直径 1~2 cm,由两根细线组成双线摆,如图 1-2 所示. 将这样的五个摆球沿直线排列,并彼此邻接组成摆组,如图 1-3 所示.

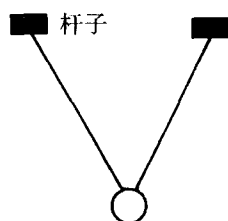


图 1-2

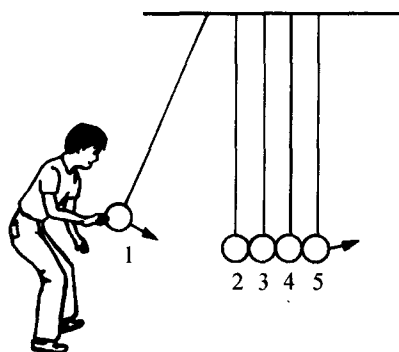


图 1-3

把球 1 向左拉高释放,撞向其余静止的四个球. 猜测一下,将会发生什么现象? 是 1 个球向右边升起来? 还是 2 个? 3 个? 甚至是 4 个同时向右升起? 你如何解释呢? (球与球相碰时须对心相碰,避免斜碰)

实验2 用单摆测定重力加速度

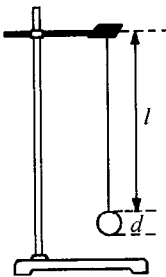
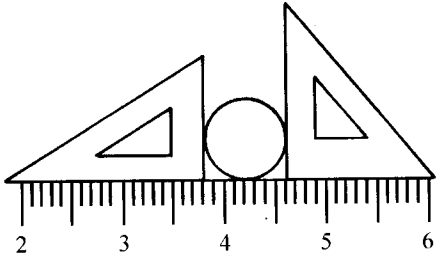
实 验 准 备

一、原理说明

1. 单摆做小振动时(偏角一般不超过 10°)可认为是简谐运动. 这时, 单摆的振动周期 T 与摆长的平方根成正比, 与重力加速度的平方根成反比, 与摆球的质量和振幅无关, 公式为 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, 由此可得 $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$. 因此, 只要测出单摆的摆长 L 及周期 T , 就可以求出重力加速度 g .

2. 为了提高测量周期 T 的精确度, 往往采用测量多次全振动的总时间, 然后除以全振动次数来得到周期值 T . 本实验全振动次数选为 $n = 50$ 次.

二、步骤规范

实 验 步 骤	操 作 规 范
(一) 组装单摆 1. 将铁夹固定在铁架台上 2. 将单摆的摆线夹在铁夹上(或用两片小木片夹住摆线, 然后再夹紧在铁夹上)	1. 铁架台放置稳妥, 摆球摆动时铁架台不能晃动 2. 悬点不能松动, 单摆摆动时悬点附近的摆线不能跟铁夹相碰. 摆长取 1 m 左右
(二) 测量单摆摆长  图 2-1 1. 借助三角板, 用米尺量出单摆悬挂点到摆球上切面的距离 L_1 及到下切面的距离 L_2 2. 由 $L = \frac{1}{2}(L_1 + L_2)$ 求出单摆长(或量出单摆悬挂点到摆球上切面的距离 l 及摆球直径 d, 由 $L = l + \frac{d}{2}$ 求出单摆长)	1. 测摆长时, 单摆必须处于自然悬垂状态 2. 正确从刻度尺上读出 L_1、L_2 的数值, 测量的读数要求有一位最小刻度以下的估读位(若要测量摆球直径, 可借用两块三角板及一根直尺来测量, 如图 2-2 所示)  图 2-2

实 验 步 骤	操 作 规 范
(三) 测量单摆周期 1. 使单摆做小振幅振动 2. 用停表测定单摆振动 n 次(一般取 $n = 50$) 的总时间 t 3. 由 $T = \frac{t}{n}$, 求出单摆的周期 T 4. 改变单摆的摆长, 重复实验 3 次	1. 正确释放单摆: (1) 使单摆在竖直平面内偏离平衡位置一个小角度(不超过 10°) (2) 释放时无水平初速度, 保证摆球在竖直平面内振动 (3) 摆球无转动 2. 正确记录单摆的全振动次数和记时 当数“0”的同时, 按下停表, 当数到“50”次时及时按停表(两次按表时刻摆球都应在平衡位置). 读数应精确到 0.1 s 3. 单摆的摆长不能过短

三、思考

在本实验的下述步骤中填入适当的文字:

1. 用_____和_____做成一个单摆, 悬挂在铁架台上.
2. 用_____测摆线长 l , 用_____测摆球直径 d , 则单摆的摆长为 $L = \underline{\hspace{2cm}}$.
3. 用_____测单摆振动 $n = 50$ 次的时间, 测量时, 可以选摆球在_____位置时作为计时的起点和终点.

实 验 报 告

日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日 同组实验者 _____

【实验目的】

【实验器材】

【实验记录、数据处理】

表 2-1

次数 \ 被测量	摆长 L/m	振动次数 n	振动时间 t/s	周期/s $T = \frac{t}{n}$	重力加速度/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$
1					
2					
3					

注:计算过程中可保留四位有效数字,常数 π 也用四位有效数字. 计算结果保留 3 位有效数字. 重复做 3 次,将所得的 3 个对应值 g_1 、 g_2 、 g_3 取算术平均值.

【实验结论】

当地重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}} \text{m/s}^2$,

请研究不同摆长下周期跟相应的摆长的二次方根成正比的关系,看看这些比值是否相等,得出你的结论.

【实验练习】

- 本实验中,若测得 g 值偏大,可能原因是()
 - 振幅太小,测得周期偏小
 - 计算摆长时,只考虑线长,漏加小球的半径
 - 将 n 次全振动,误记为 $n+1$ 次全振动
 - 将 n 次全振动,误记为 $n-1$ 次全振动
- 在用单摆测重力加速度的实验中,摆球应在同一竖直平面内运动. 某同学在做实验时,单摆不在同一竖直平面内而成一圆锥摆,如果在其他方面及测量中均无差错,他测出的 g 值与当地重力加速度的标准值 g_0 比较,有()
 - $g = g_0$
 - $g > g_0$
 - $g < g_0$
 - 无法比较两者大小
- 利用单摆周期公式测重力加速度时,测出几组不同摆长 L 及相应的周期 T ,现在甲、乙两同学分别设计了数据表格,谁的设计合理? _____.

表 2-2

序号	L/m	T/s	$\bar{g}/m \cdot s^{-2}$
1			
2			
3			
平均值			

甲

表 2-3

序号	L/m	T/s	$g/m \cdot s^{-2}$	$\bar{g}/m \cdot s^{-2}$
1				
2				
3				

乙

4. 某同学在做“利用单摆测重力加速度”的实验中,先测得摆线长为 97.50 cm,摆球直径为 2.0 cm,然后用停表记录了单摆振动 50 次所用的时间如图 2-3 所示,则:

(1) 该单摆摆长为 _____ cm;

(2) 停表所示读数为 _____ s;

(3) 为了提高实验精度,在实验中可改变几次摆长 L 并测出相应的周期 T ,从而得出一组对应的 L 与 T 的数据,再以 L 为横坐标, T^2 为纵坐标,将所得数据连成直线

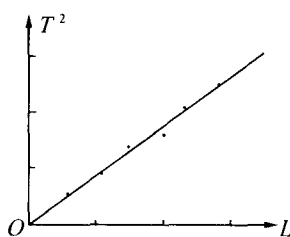


图 2-4

(见图 2-4),并求得该直线的斜率为 k ,则重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 k 表示).

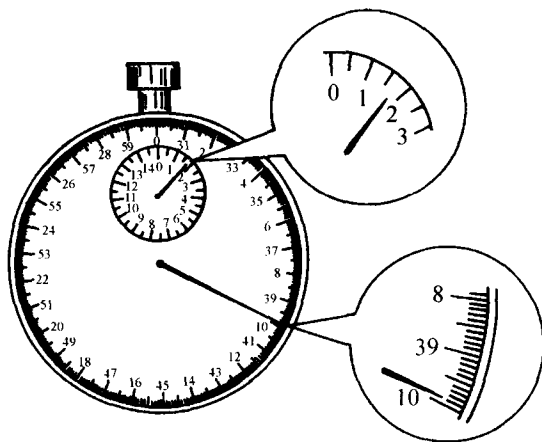


图 2-3

【拓展活动】

- 你能利用所学的力学知识,举例说明还可以用其他方法测定重力加速度 g ,并对它们的优缺点作一简要评价.

2. 用单摆测定重力加速度的实验,体现了哪些实验思想方法?

3. 利用一根细线和一只单摆摆球(包括支架),你可以演示哪些力学实验? 画出设计图.

实验3 用油膜法估测分子的大小

实 验 准 备

一、原理说明

本实验我们来学习一种估测微观物质——油酸分子大小的实验方法。

实验采用使油酸在水面上形成一层单分子油膜的方法估测分子的大小. 油酸的分子式为 $C_{17}H_{33}COOH$, 其中 $-COOH$ 与水的亲和力很强, 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, 其中的酒精溶于水, 并很快挥发, 结果 $-COOH$ 部分留在水中, 而 $C_{17}H_{33}$ 部分冒出水面, 油酸分子直立在水面上, 形成一个单分子层油膜, 如图 3-1. 实验中如果事先测出油酸

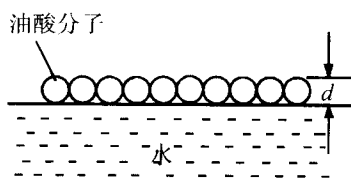


图 3-1

的体积 V , 再测出油膜的面积 S , 就可以得到油酸分子的直径 $d, d = \frac{V}{S}$.

如何测出油酸滴的体积呢? 用注射器将油酸一滴一滴地滴入小量筒中, 运用累积法便能得到一滴油酸的体积. 问题是即使这样一小滴油酸在水面上, 它形成的油膜面积也是非常大的, 解决的办法是采用酒精稀释过的酒精油酸溶液来做实验. 这样, 一小滴酒精油酸溶液中所含的纯油酸体积比较小, 它在水面上形成的油膜面积可以使我们在实验中方便地进行测量.

这个实验测出的结果, 只是表示了分子大小的一个粗略的数值. 由于油酸分子是长链形的且竖直排列, 故最后测出的值是链形分子的长度, 因此测量值可能比 $10^{-10}m$ 大一些.

二、步骤规范

实 验 步 骤	操 作 规 范
(一) 油酸的稀释 1. 用无水酒精来稀释油酸, 使溶液中的油酸含量为 $\frac{1}{500}$ 2. 测一滴油酸酒精溶液中所含油酸的体积: 用针筒吸取溶液约 1 mL, 装上针头, 然后很细心地慢慢掀下针筒活塞, 使溶液一滴一滴地滴入量筒, 边滴边数. 如滴完后总共为 n 滴, 则一滴溶液中的油酸的体积为 $V = \frac{1}{500n} \text{ mL}$	1. 油酸溶液的配制: 1 mL 纯油酸加酒精混合制成 10 mL 溶液, 再取这种溶液 1 mL 加酒精混合制成 50 mL 溶液, 即为体积分数为 $\frac{1}{500}$ 的油酸酒精稀释溶液, 而且要现配现用, 防止酒精挥发 2. 酒精为易挥发的液体, 使用溶液时必须随时盖好瓶塞 3. 用量筒测量液体的体积时应注意: 量筒水平放置; 视线要水平; 若液面是凹面, 则以凹面的底部为准; 若液面为凸面, 则以凸面的顶部为准

实 验 步 骤	操 作 规 范
(二) 形成单分子层油膜 1. 在水盆中盛入水,不必太满,待静止后,细心均匀地撒痱子粉 2. 用针筒细心地向水盆中心滴一滴溶液,此时盆中水面滑石粉(或石松粉)因油酸的滴下迅速向四周散开,而形成近乎圆形的油膜	1. 水面上粉层的控制是实验成功的关键.粉末应撒得稀而均匀 2. 滴液时必须小心,轻轻滴下.针筒竖直.要先滴掉一些,再往水中滴一滴.只能滴一滴! 3. 注射器事先要反复清洗过
(三) 测出油膜面积 S 1. 将有方格的透明刻度板覆盖在盆上,用彩笔描出油膜的轮廓 2. 取下刻度板,计算油膜的面积:1 方格为 1 cm^2,先数完整的方格个数,不足半个的舍去,多于半个的算一个.记录总面积 S	1. 液滴滴入水中时,油膜有一个先扩大再收缩的过程,当扩大后稳定时(收缩前),及时描绘出油膜的轮廓 2. 实验完毕,盛水盆必须洗净

三、思考

本实验中为了:

- 测得一滴酒精油酸溶液的体积;
- 得到一小滴纯油酸的体积;
- 显现油膜的轮廓;
- 得到油膜的面积.

各采用了哪些做法?

- _____;
- _____;
- _____;
- _____.

实 验 报 告

日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日 同组实验者 _____

【实验目的】

通过这个实验,掌握一种估测微观世界物理量——分子大小的方法.

【实验器材】

【实验记录、数据处理】

1 mL 酒精油酸溶液的滴数	一滴酒精油酸溶液的体积/cm ³	一滴酒精油酸溶液中含纯油酸的体积 V/cm ³	油膜的面积 S/cm ²

油膜厚度 $d = \frac{V}{S} =$ _____

式中 V 为 1 滴溶液中所含油酸的体积, 单位为 mL, 即 cm³. S 为油膜的面积, 单位为 cm². d 为油膜厚度, 即为油酸分子的长度, 单位为 cm.

【实验结论】

根据你的实验, 油酸分子的直径约 _____ m.

【实验练习】

- 在用“油膜法估测分子的大小”实验时, 下列叙述正确的是()
 - 在实验中用痱子粉是为了使油酸滴形成单分子油膜
 - 一滴油酸的直径是可以尺直接测量的
 - 测出 n 滴油酸酒精溶液的体积 V , 一滴油酸的体积即为 V/n
 - 根据一滴油酸体积 V 和单分子油膜的面积 S , 可估算出油酸分子的直径为 V/S
- 在做“用油膜法估测分子的大小”的实验中, 实验简要步骤如下:
 - 将画有油膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上, 数出轮廓内的方格数(不足半个的舍去, 多于半个的算一个), 再根据方格的边长求出油膜的面积 S
 - 将一滴酒精油酸溶液滴在水面上, 待油酸薄膜的形状稳定后, 将玻璃板放在浅盘上, 用彩笔将薄膜的形状描在玻璃板上
 - 用浅盘装入约 2 cm 深的水, 然后用痱子粉均匀地撒在水面上
 - 用公式 $d = \frac{V}{S}$, 求出薄膜厚度, 即油酸分子的大小
 - 根据酒精油酸溶液的浓度, 算出一滴溶液中纯油酸的体积 V
 - 用注射器或滴管将事先配制好的酒精油酸溶液一滴一滴地滴入量筒, 记下量筒内增加一定体积时的滴数

上述实验步骤的合理顺序是 _____.
- 用油膜法估测分子大小的实验中, 配制的油酸酒精溶液中每 4000 mL 溶液有纯油酸 2 mL, 用注射器测得 1 mL 上述溶液有 100 滴, 把 1 滴该溶液滴入盛水的浅盘中, 并在水面上撒上薄粉, 用玻璃板放在浅盘上, 在玻璃板上描出稳定后油酸的边界轮廓, 随后