

物理实验报告册

GAOZHONG WULI
SHIYAN BAGAOCE

高中
二年级
(理科用)

江西科学技术出版社

编者说明

普通高中是与九年义务教育相衔接的高一层次的基础教育。高中阶段,要培养学生掌握现代社会需要的普通文化科学基础知识和基本技能,具有自觉的学习态度和自学的能力,掌握基本的学习方法,具有创新的精神和分析问题、解决问题的能力。

实验是物理、化学、生物科学的基础,理所当然这些学科教学的基础。实验教学对于激发学生的学习兴趣,帮助他们形成科学概念,巩固科学知识,获得实验技能,培养实事求是、严肃认真的科学态度和训练科学方法有着重要的意义。因此,加强实验教学是提高这些学科教学质量的重要一环。

本实验报告册基于上述考虑,强调学生亲自动手做实验,否则实验教学的许多功能就得不到发挥。希望作为新一代公民的同学们,应逐步具备这样的素质:规范的实验操作、良好的实验习惯、科学的方法和科学的态度。同时希望大家在做实验前,进行预习,明确实验目的,理解和控制实验条件,掌握实验方法,正确使用实验仪器,认真观察、分析实验现象,处理实验数据,得出结论。

书中章名前标注“*”者,表示选做实验,供有条件的学校学生选做;标注“△”者,表示高三年级的教学内容,供同学们提前预习用。

本书作者:黄晓标、尧祥明、徐良云。统稿:黄晓标、王金瑞。因时间有限,不妥之处,请广大教师、专家指正,以期完善。

江西省教育厅教学教材研究室

2004年3月

目 录

· 学生实验目标	(1)
· 实验一 验证动量守恒定律	(6)
* 实验二 用气垫导轨验证动量守恒定律	(11)
· 实验三 用单摆测定重力加速度	(12)
· 实验四 用油膜法估测分子的大小	(17)
· 实验五 用描迹法画出电场中平面上的等势线	(20)
· 实验六 描绘小电珠的伏安特性曲线	(23)
· 实验七 测定金属的电阻率	(27)
· 实验八 把电流表改装成电压表	(31)
* 实验九 研究闭合电路的欧姆定律	(35)
· 实验十 测定电源的电动势和内电阻	(38)
· 实验十一 练习使用示波器	(43)
· 实验十二 用多用电表探索黑箱内的电学元件	(46)
· 实验十三 传感器的简单应用	(50)
△ 实验十四 测定玻璃的折射率	(53)
△ 实验十五 用双缝干涉仪测光的波长	(57)

学生实验目标

【认知目标】

表 0-1

实 验 名 称	知 识 要 点	目标层次			
		识记	理解	运用	分析综合
1. 验证动量守恒定律	①测定小球碰撞前后速度的方法 ②验证动量守恒定律的实验原理 ③实验装置的安装方法	✓ ✓ ✓	✓ ✓		
*2. 用气垫导轨验证动量守恒定律	略				
3. 用单摆测定重力加速度	①实验装置的安装方法 ②实验中摆长的测量方法 ③实验中单摆周期的测量方法 ④重力加速度的计算	✓ ✓ ✓ ✓	 ✓ ✓ ✓		
4. 用油膜法估测分子的大小	①估测分子大小的实验方法 ②测 1 滴稀释油酸体积的方法 ③油酸薄膜面积的测量和计算 ④分子大小的计算	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓		✓
5. 用描迹法画出电场中平面上的等势线	①导电纸中恒定电流场模拟静电场的原理 ②判断等势点的依据 ③实验所用的器材 ④实验的步骤	✓ ✓ ✓ ✓	 ✓ ✓ ✓		✓

续表 0-1

实验名称	知 识 要 点	目标层次			
		识记	理解	运用	分析综合
6. 描绘小电珠的伏安特性曲线	①实验所需器材及电路连接 ②小电珠的电压 U 、电流 I 的测量 ③ $U-I$ 曲线描绘及曲线所展示的物理意义	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	 ✓	
7. 测定金属的电阻率	①正确选择实验仪器 ②测定金属丝电阻率的实验原理 ③螺旋测微器的构造、原理、读数及使用方法 ④实验的操作步骤	✓ ✓ ✓ ✓	 ✓ 		
8. 把电流表改装成电压表	①把电流表改装成电压表的原理 ②仪器的选择及电路连接 ③电流表内阻的测量 ④改装的电压表与标准电压表对照	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓		
*9. 研究闭合电路欧姆定律	①电池内电压的测定 ②电池外电压的测定 ③电池电动势的测定				
10. 测定电源的电动势和内电阻	①实验测定电池 E 和 r 的原理 ②滑线变阻器的操作程序 ③实验的操作步骤 ④实验结果的处理	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓		
11. 练习使用示波器	①示波器面板上各个旋钮和开关的名称与作用 ②荧光屏上亮斑的调节 ③观察按正弦规律变化的电压图像以及电路的连接	✓ ✓ ✓	 ✓		

续表 0-1

实 验 名 称	知 识 要 点	目标层次			
		识记	理解	运用	分析综合
12. 用多用电表探索黑箱内的电学元件	①用多用电表测电压 U 、电流 I 、电阻 R 的操作要点	✓			
	②用万用电表测 U 、 I 、 R 的读数方法	✓			
	③用万用电表探测黑箱内电学元件的步骤	✓	✓		
13. 传感器的简单应用	①传感器的作用	✓			
	②热敏电阻和光敏电阻的作用	✓			
	③光电计数的基本原理	✓			
	④设计简单的温度控制电路	✓	✓		
△14. 测定玻璃的折射率	①实验所需的器材及操作步骤	✓			
	②入射角 i 和折射角 r 的测量	✓	✓		
	③玻璃砖折射率的计算	✓	✓		
△15. 用双缝干涉仪测光的波长	①双缝干涉仪的调整	✓			
	②光的波长的测定	✓	✓		

【操作目标】

表 0-2

实 验 名 称	操 作 技 能 训 练	目标层次	
		a	b
1. 验证动量守恒定律	①安装实验仪器,使斜槽末端水平	✓	
	②将入射小球(质量较大的),每次从槽上同一位置释放		✓
	③记下落点位置,用刻度尺量出线段的长度	✓	

续表 0-2

实验名称	操作技能训练	目标层次	
		a	b
*2. 用气垫导轨验证动量守恒定律	略		
3. 用单摆测定重力加速度	①组装一个单摆 ②单摆摆长和周期测量的动作要点	✓	✓
4. 用油膜油估测分子的大小	①一滴稀释油酸的选取 ②油酸薄膜轮廓及其面积测定	✓	✓
5. 用描迹法画出电场中平面上的等势线	①实验的安装 ②电极的接触方法	✓ ✓	
6. 描绘小电珠的伏安特性曲线	①电路的连接 ②电压值、电流值的正确读取 ③ $I-U$ 曲线的描绘	✓	✓ ✓
7. 测定金属的电阻率	①螺旋测微器的读数 ②实验电路的选择与连接	✓	✓
8. 把电流表改装成电压表	①电流表的接法 ②数据的读数	✓ ✓	
*9. 研究闭合电路的欧姆定律	略		
10. 测电源的电动势和内电阻	①实验电路的连接 ②滑线变阻器的操作及 I 、 U 值的读取 ③ $I-U$ 图线的绘制及 E 、 r 的确定	✓	✓ ✓
11. 练习使用示波器	①示波器面板上各旋钮的调节 ②荧光屏上亮斑调节的操作要点 ③调节扫描旋钮, 观察正弦图像	✓ ✓ ✓	
12. 用多用电表探索黑箱内的电学元件	①根据电压、电流、电阻的大小, 选择量程 ②用多用表测电阻时每次换挡进行欧姆调零		✓ ✓

续表 0-2

实验名称	操作技能训练	目标层次	
		a	b
13. 传感器的简单应用	①利用热敏电阻、光敏电阻组成传感电路	√	
	②简单的温度自动报警器的电路连接	√	
	③设计简单的传感电路	√	
14. 测定玻璃的折射率	①大头针的插法	√	
	②入射角 i 的测量	√	
	③折射角的确定和测量	√	
15. 用双缝干涉仪测光的波长	①安装双缝干涉仪	√	
	②测量条纹间的宽度	√	

操作技能的目标层次分 a 、 b 两个层次。 a 层次的含义: 学生要达到一般会观察、会操作的程度。 b 层次的含义: 较 a 层次要求高, 学生要达到较熟练、较规范的程度。

【情感目标】

本书希望学生通过动手实验逐步达到以下情感目标:

1. 对做实验有认真负责的态度, 如实记录现场实验现象、实验数据。
2. 形成良好的实验习惯, 讲究安全、规范、准确、条理。
3. 有想自主做实验的愿望和崇尚探索研究、合作的精神。

实验一 验证动量守恒定律

【实验目的】

1. 验证两小球碰撞前后的总动量守恒；
2. 巩固游标卡尺的使用方法；
3. 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方法。

【实验原理】

1. 如何验证动量守恒定律:如图 1-1 所示,一个质量较大的小球从斜槽上滚下来,跟放在斜槽末端小支柱上另一大小相同而质量较小的球发生碰撞(正碰)。设两个小球的质量分别为 m_1 和 m_2 。碰撞前入射小球的速度是 v_1 ,被碰小球静止,这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

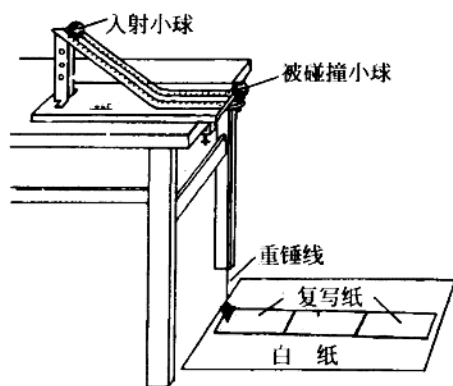


图 1-1

的速度是 v_2' ,两个小球碰撞后的总动量是 $m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \cdots \cdots \textcircled{1}$ 。如果我们分别测出两个小球的质量(用天平)和两个小球在碰撞前后的速度,把它们代入 $\textcircled{1}$ 中,就可以验证两个小球碰撞前后的动量是否守恒。

2. 如何测出两个小球在碰撞前后的速度:如图 1-2 所示碰撞后两小球都做平抛运动,由于两小球下落的高度相同,所以它们的飞行时间 t 相等。只要测出不放被碰小球时入射小球飞行的水平距离 S_{OA} 以及入射小球与被碰小球碰撞后飞行的水平距离 S_{OB} 和 S_{OC} ,若用它们的飞行时间 t 作时间单位,则可以用 S_{OA} 和 S_{OB} 分别表示入射小球碰撞前后的速度大小,用 S_{OC} 表示被碰小球碰撞后的速度大小。这样,我们只要比较 $m_1 S_{OA}$ 和 $m_1 S_{OB} + m_2 S_{OC}$ 是否相等

便可验证①式。

3. 如何测出小球飞行的水平距离:利用铺在白纸上的复写纸可在白纸上记录下小球落地的痕迹(图 1-1),用重锤线定出碰撞时入射小球的球心在白纸上的投影 O ,碰撞时被碰小球的球心在白纸上的投影 O' 可用游标卡尺测量小球的直径后定出(图 1-2),这样,便

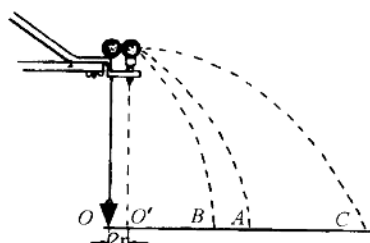


图 1-2

可用刻度尺在白纸上测出小球飞行的水平距离 S_{OA} 、 S_{OB} 和 $S_{O'C}$ 。

为了减小各种因素对实验结果的影响,确定小球的落地点位置采用多次实验的方法,用圆规做一个尽可能小的圆把所有的落球点圈在里面。圆心的位置就是小球落点的平均位置(图 1-3)。



图 1-3

【实验器材】

【实验步骤】

表 1-1

步骤	内容	方法与操作要点
1	测小球质量	用天平测出两个小球的质量 m_1 、 m_2
2	测小球直径	用游标卡尺测出小球的直径(准确到 mm)
3	组装仪器	①参考图 1-1 ②将斜槽固定在桌边,并使斜槽末端点的切线水平 ③地上铺一张白纸,白纸上铺放复写纸

续表 1-1

步骤	内容	方法与操作要点
4	确定碰撞时入射球球心在纸上的垂直投影 O	①参考图 1-2 ②借助重锤线
5	定入射球单独做平抛运动的落地点 A	①先不放被碰小球,让入射球从斜槽上同一高度处由静止开始滚下,重复 10 次 ②用圆规做尽可能小的圆把所有的小球落点圈在里面,圆心就是落地点的平均位置(参考图 1-3)
6	确定碰撞后两球的落地点 B 、 C	①把被碰小球放在小支柱上,调节装置使两小球相碰时处于同一水平高度,确保入射球运动到轨道出口端时恰好与被碰小球发生正碰(参考图 1-2) ②再次让入射小球从同一高度处由静止开始滚下,使两球发生正碰,重复 10 次 ③用圆规确定两球落点的平均位置 B 和 C
7	测小球飞出的水平距离	①用刻度尺测量线段 OA 和 OB 的长度 S_{OA} 、 S_{OB} ②在直线 OA 上定 O' 的位置,用刻度尺量出 $O'C$ 的长度 $S_{O'C}$

【数据记录与处理】

表 1-2

入射球的质量 m_1/g	被碰球的质量 m_2/g	小球直径 $2r/cm$	入射球自抛距离 S_{OA}/cm	入射球碰撞后平抛距离 S_{OB}/cm	被碰球碰撞后平抛距离 $s_{O'C}/cm$	$m_1 S_{OA}$	$m_1 S_{OB} + m_2 S_{O'C}$

【实验结论】

【实验后的思考】

1. 入射球每次滚下都应从斜槽上的同一位置上无初速度释放,这是为了使 []

- A. 小球每次都能水平飞出槽口
- B. 小球每次都以相同的速度飞出槽口
- C. 小球在空中飞行的时间不变
- D. 小球每次都能对心碰撞

2. 下列哪些说法符合你实验中的事实 []

- A. 入射小球质量比被碰小球质量小
- B. 白纸和复写纸都不能移动
- C. 入射小球体积比被碰小球体积大
- D. 重复操作时小球落地点不完全重合

3. 本实验是如何巧妙而又简单地测定小球碰撞前后速度大小的?

4. 在研究碰撞中动量守恒实验中,以下关于入射小球在斜槽上释放点的高低对实验影响的说法中,正确的是: ()

- A. 释放点越低,小球受阻力越小,入射小球的入射速度越小,误差越小。
- B. 释放点越高,两球碰撞后水平位移越大,水平位移测量的相对误差越小,两球速度的测量越准确。
- C. 释放点越高,两球相碰时相互作用的内力越大,碰撞前后系统动量之差越小,误差越小。

D. 释放点越高,入射小球对被碰小球的作用力越大,支柱对被碰小球的阻力越小。

5. 某同学用图 1-4 所示装置通过半径相同的 A 、 B 两球的碰撞来验证动量守恒定律。图中 PQ 是斜槽, QR 为水平槽。实验时先使 A 球从斜槽上某一固定位置 G 由静止开始滚下,落到位于水平地面的记录纸上,留下痕迹。重复上述操作 10 次,得到 10 个落点痕迹。再把 B 球放在水平槽上靠近槽末端的地方,让 A 球仍从位置 G 由静止开始滚下,和 B 球碰撞后, A 、 B 球分别记录纸上留下各自的落点痕迹。重复这种操作 10 次。图 1-4 中 O 点是水平槽末端 R 在记录纸上的垂直投影点。 B 球落点痕迹如图 1-5 所示,其中米尺水平放置,且平行于 G 、 R 、 O 所在的平面,米尺的零点与 O 点对齐。

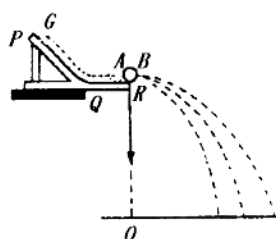


图 1-4

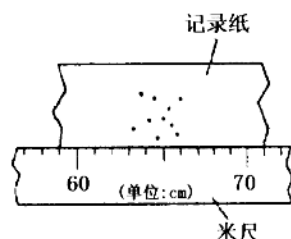


图 1-5

(1) 碰撞后 B 球的水平射程应取为 _____ cm。

(2) 在以下选项中,哪些是本次实验必须进行的测量? 答: _____ (填选项号)。

- (A) 水平槽上未放 B 球时,测量 A 球落点位置到 O 点的距离
- (B) A 球与 B 球碰撞后,测量 A 球落点位置到 O 点的距离
- (C) 测量 A 球或 B 球的直径
- (D) 测量 A 球和 B 球的质量(或两球质量之比)
- (E) 测量 G 点相对水平槽面的高度

6. 在“验证碰撞中的动量守恒”实验中:

(1) 安装和调整实验装置的要求是: ① _____; ② _____。

(2) 某次实验得出小球的落点情况如图 1-6 所示, 假设碰撞动量守恒, 则碰撞小球质量 m_1 和被碰小球质量 m_2 之比 $m_1:m_2$ 为 _____。

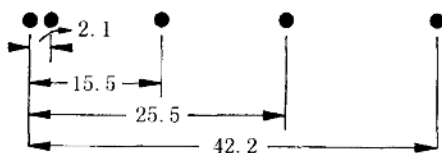


图 1-6

(3) 在实验中, 根据小球的落点情况, 若等式 $O'N =$ _____ 成立, 则可证明碰撞中动量守恒。

*实验二 用气垫导轨验证动量守恒定律

有条件的学校, 可让同学们自己独立完成实验报告的撰写。

实验三 用单摆测定重力加速度

【实验目的】

1. 学习用单摆测定当地重力加速度 g ;
2. 用实验的方法研究单摆周期与摆长的关系;
3. 验证单摆周期跟偏角的大小、摆球的质量无关;
4. 学习使用停表的方法,巩固练习游标卡尺的使用方法;
5. 学习运用累积法测周期。

【实验原理】

用单摆振动周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 可得 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 。可见,只要测出 l 和 T , 就可以求出 g 的值。这样,我们就需要用细线、小球和铁架台组装一个单摆(图 3-1)。摆长 l 为悬线的长度 l' 与摆球半径 r 之和,用米尺测量悬线的长度 l' ,用游标卡尺可方便地测出小球的直径 D 从而得到小球半径 r 的值,我们还需要用停表来测量单摆的振动周期 T 。

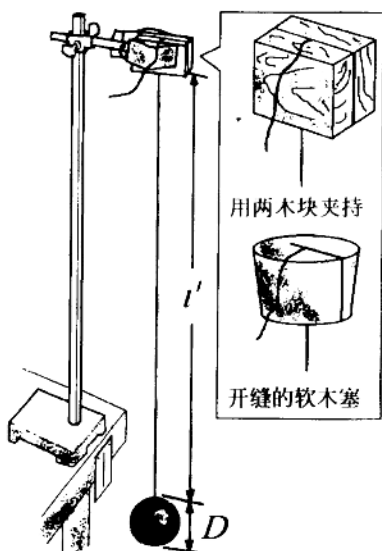


图 3-1

【实验器材】

--

【实验步骤】

一、测定重力加速度

表 3-1

步骤	内容	方法与操作要点
1	组装单摆	①摆线选用 1 ~ 1.2 m 长的细线, 小球用 50 ~ 100 g 的金属球 ②摆线的悬挂参考图 3-1 中的一种方法
2	测摆长	①用游标卡尺测出小球的直径 D ②在摆球自由下垂的状态下, 用米尺测量悬线的长度 l'
3	让小球摆动	①单摆从平衡位置拉开角度不超过 10° ②小球释放时, 不要附加侧向力, 否则金属球不在一个平面内运动
4	测周期 T	①手持归零停表随单摆振动, 当摆球通过平衡位置(最低点)时开始数 5-4-3-2-1-0-1-2-3..., 数到“0”时开始计时 ②测单摆做 n 次(30 ~ 50 次)全振动所用的时间 t ③ $T = \frac{t}{n}$
5	算出 g 值	$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$
6	变更摆长, 重复步骤 2 ~ 5	变更摆长 3 ~ 5 次
7	求 g 的平均值	$\bar{g}$

将所得到的数据填入表 3-2。

表 3-2

次数	l'/mm	D/mm	r/mm	l/m	n	t/s	T/s	$g/\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$	$\bar{g}/\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
1									
2									
3									
4									

二、研究单摆周期与摆长的关系

利用上面的数据还可以研究周期跟摆长的关系。由单摆振动周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 知道 $T \propto \sqrt{l}$, 算出不同摆长下 T 与 $\sqrt{l}$ 之比, 看看这些比值是否相等。

设计一个表格, 把数据和计算结果填入表中。

--

三、验证单摆周期跟偏角的大小、摆球的质量无关

从单摆的周期公式知道, 周期跟偏角的大小、摆球的质量没有关系, 和同组同学一起拟定实验方案和步骤, 设计实验数据记录表格, 用实验验证这个结论。

【实验结论】

1. 当地的重力加速度为_____。
2. 单摆振动周期跟摆长的关系是_____。
3. 单摆周期跟偏角的大小、摆球的质量关系是_____。

【实验后的思考】

1. 某同学做完实验后思考: 测量周期时, 为什么要测量单摆做几十次全