

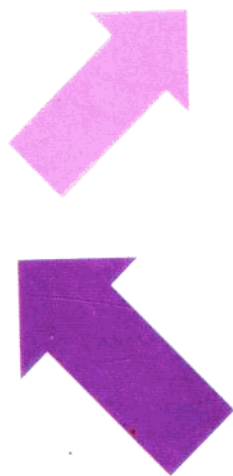
高级中学

本书编写组 编

物理

[第二册]

实验册



姓名 _____

班级 _____

福建教育出版社



高级中学
物理实验册

第二册

本书编写组 编

福建教育出版社

高级中学
物理实验册
第二册

本书编写组 编

*

福建教育出版社出版

(福州梦山路27号 邮编:350001)

电话:0591-83726971 83725592

传真:83726980 网址:www.fep.com.cn)

福建省新华书店发行

闽侯青圃印刷厂印刷

(闽侯青口镇 邮编:350119)

*

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 4.25 印张 100 千字

2002 年 8 月第 2 版 2006 年 4 月第 5 次印刷

ISBN7-5334-2768-8/G·2242 定价:5.00 元

如发现本书印装质量问题,影响阅读,
请向出版科(电话:0591-83726019)调换。

说 明

物理学是一门实验科学,加强物理实验是物理教学改革的永恒主题,是提高学生整体素质的重要环节.基于以上思考和当前实验教学现状,我们编写了本书,旨在帮助广大同学做好物理实验,提高实验效果,培养实验技能和实验能力,培养分析问题和解决问题的能力.

本书按照人民教育出版社新编的高中物理课本“学生实验”的顺序逐个编写.每个实验都编有:预习题和注意事项、实验报告及思考题.有的实验还编有拓展和提高.

“预习题”旨在帮助学生做好动手实验前的准备,如巩固和理解与实验相关的概念和规律、实验的原理和思路、实验器材的结构和使用方法,以及实验的方法等.“注意事项”是突出实验操作的关键点,以提高实验的准确性,减少实验的误差,避免实验中可能发生的错误等.

“实验报告”一般包括实验课题(题目)、实验目的、实验器材、实验步骤、实验记录和实验结论(或实验结果)等六部分.对于验证物理规律的实验,还编有实验的验证思路;对于测定物理量的实验,编有实验的测定原理.以上内容课本大多已写清楚了,本书编写时采用“填空式”,让读者在预习或实验之后填入.这样编写既避免了用本书代替课本,也避免了因没有本书而完全把课本的实验抄一遍的情况;对于实验步骤,本书注意将课本的实验步骤提纲挈领,在每一步骤前加上小标题,如“安装实验装置”、“测量”、“重复”等,以避免在动手实验时只“照方抓药”,而不理解每一步骤的目的.

“思考题”是实验的延伸,是在动手做好实验的基础上以提高实验效果.

“拓展和提高”旨在帮助学生拓展实验思路,拓展实验方法,拓展处理数据的方法等,以提高分析问题和解决问题的能力.这部分内容比课本要求高,同学们可以根据自己的情况和老师的指导选做.

参加本实验册编写的有陈光明、林应基、林立灿.

本书编写组

2002年8月

目 录

实验一	验证动量守恒定律.....	1
实验二	用气垫导轨验证动量守恒定律.....	6
实验三	用单摆测定重力加速度	11
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	19
实验六	描绘小灯泡的伏安特性曲线	22
实验七	测定金属的电阻率	25
实验八	把电流表改装为电压表	30
实验九	研究闭合电路欧姆定律	36
实验十	测定电源电动势和内阻	39
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	47
实验十三	传感器的简单应用	50
实验十四	研究玩具电机的能量转化	53
拓展和提高		56
部分参考答案		61

实验一 验证动量守恒定律

(一) 预习题和注意事项

预习题

1. 动量守恒定律的内容是什么？写出本实验中动量守恒的表达式。
2. 动量守恒定律的条件是什么？
3. 本实验的目的是验证动量守恒定律，必须测哪些物理量？验证的思路怎样？
4. 将斜槽固定在桌边时，为什么要求槽的末端点的切线是水平的？用什么办法检查固定有斜槽的木板是否水平？怎样使它水平？
5. 为什么要使两球相碰时处于同一高度？
6. 怎样才能使两球相碰撞后的速度方向在同一条直线上？

注意事项

1. 将斜槽固定在桌边,应使槽的末端点的切线是水平的,以使两球碰撞前后的速度方向都是水平的.
2. 调节实验装置,使两球碰撞后的速度方向在同一条直线上.
3. 入射小球释放点要高,使水平位移较大,可减小实验中的相对误差.

(二)实验报告

【课题】验证动量守恒定律

【目的】验证动量守恒定律:一个系统_____或者_____,
这个系统的总动量_____.

【验证思路】质量较大的小球(m_1)从斜槽上滚下来,跟放在斜槽前端边缘处的质量较小的小球(m_2)发生正碰.碰撞前后,根据动量守恒定律应有:_____.

两球碰撞后做平抛运动落到地面,下落的高度相同,所以它们飞行的水平距离与小球开始做平抛运动时的水平速度成正比.

如果实验测得的 m_1 、 m_2 、 OP 、 OM 、 ON (见图1-2),满足以下关系:_____,
即验证了动量守恒定律.

【器材】_____

【步骤】

1. 安装与调试实验装置:

- (1)如图1-1所示,将斜槽固定在桌边,使槽的末端点的切线是_____.
- (2)在地上铺一张白纸,白纸上铺放_____.
- (3)在白纸上记下重垂线所指的位置(图1-2),它表示_____.

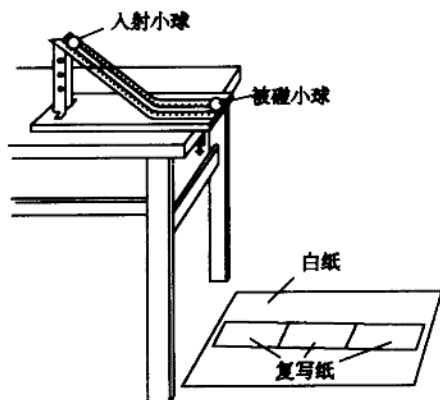


图1-1

2. 测量:

- (1)用天平测出两个小球的_____.
- (2)先不放上被碰小球,让入射小球从斜槽上某一高处滚下,重复_____次.用尽可能_____圆把所有的小球落点圈在里面,圆心 P 就是小球落点的_____.

(3)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.重复实验_____次.用同样的方法标出碰撞后入射小球落点的平均位置_____和被碰小球的落点的平均位置_____.

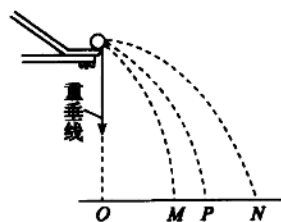


图1-2

3. 计算:

(1) 测量 OM 的长度, OM 即为_____飞行的水平距离.

(2) 测量 OP 的长度, OP 即为_____时 m_1 飞行的水平距离.

(3) 测量 ON 的长度, ON 即为_____飞出的水平距离.

(4) 把 m_1 、 m_2 、 OM 、 OP 、 ON 代入式_____左右两侧,
若在误差范围内, 得出左、右两侧_____, 就可验证动量守恒定律成立.

把以上数据填入记录表格中.

【记录】

m_1/kg	m_2/kg	OM/m	OP/m	ON/m
$m_1 OP =$		$m_1 OM + m_2 ON =$		

【结论】_____

(三) 思考题

1. 如果入射小球的质量小于被碰小球的质量, 将会发生什么现象? 实际做做看.

2. 在本实验中, 用小球飞行的水平距离表示小球的水平速度, 其理论根据是_____

3. 实验时应注意的事项有:

(1) 入射球的质量必须_____出射球的质量, 两球的半径应_____.

(2) 安装仪器时, 应使斜面末端保持_____, 并使两球的球心_____, 且
发生_____碰撞.

(3) 入射球每次从_____落下.

(4) 找小球落地点时, 一定要重复多次, 找出小球落地点的平均位置, 其方法是_____

4. 在本实验中, 安装斜槽轨道时, 应让斜槽末端点的切线保持水平, 这样做的目的是为了
使().

A. 入射球得到较大的速度

- B. 入射球与被碰球对心碰撞后速度均为水平方向
 C. 入射球与被碰球碰撞时动能无损失
 D. 入射球与被碰球碰后均能从同一高度飞出
 5. 在本实验中,必须测量的物理量有().
 A. 入射小球和被碰小球的质量
 B. 入射小球和被碰小球的半径
 C. 入射小球从静止释放时的起始高度
 D. 斜槽轨道的末端到地面的高度
 E. 入射小球未碰撞时飞出的水平距离
 F. 入射小球和被碰小球碰撞后飞出的水平距离

(四)拓展和提高

1. 在本实验中,两半径相同的小球质量比 $m_A : m_B = 3 : 8$, 实验记录纸上各点 (O 、 M 、 P 、 N) 的位置如图 1-3, 其中 O 点为斜槽末端所系重垂线指的位置. 那么, A 、 B 两球中, _____ 球是入射球; 碰撞结束时刻, 两球的动量之比 $p_A : p_B =$ _____.

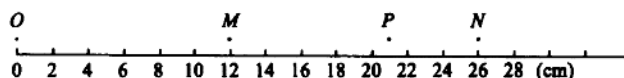


图 1-3

2. 某同学用图 1-4 所示装置通过半径均为 1 cm 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, K 为小支柱. 实验时先不放上被碰小球 B , 让 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 球放在小支柱上, 让 A 球仍从位置 G 由静止开始滚下, 和 B 球碰撞后, A 、 B 球分别在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 、 O' 点分别是水平槽末端 R 和小支柱 K 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.

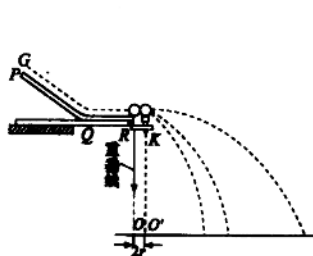


图 1-4

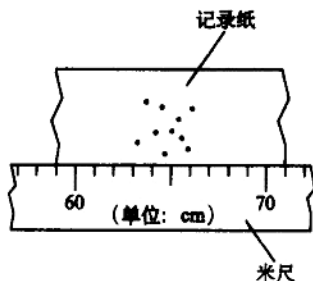


图 1-5

- (1) 碰撞后 B 球的水平射程应取为 _____ cm.
 (2) 在以下选项中, 哪些是本次实验不需要进行的测量? ().

- A. 小支柱上未放 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 点相对于水平槽面的高度
- F. A 球与 B 球碰撞后, 测量 B 球落点位置到 O 点的距离

* 实验二 用气垫导轨验证动量守恒定律

(一) 预习题和注意事项

预习题

1. 本实验的目的也是验证动量守恒定律,则必须测哪些物理量?用哪些仪器测量这些物理量?验证的思路怎样?

2. 实验时为什么要先调平导轨?用什么办法调节?

3. 弹性碰撞中不仅_____,动能也_____.

4. 完全非弹性碰撞时,物体产生的形变_____,即碰撞后_____以_____速度运动.完全非弹性碰撞时,动能的损失最大.

注意事项

1. 使用气垫导轨的注意事项:

(1) 防止碰伤轨面和滑块 滑块与轨面之间只有不到0.2 mm的间隙,如果轨面和滑块内表面被碰伤或变形,则可能出现接触摩擦使阻力显著增大.

(2) 检查轨面喷气孔是否堵塞 导轨供气时,用薄的小纸条逐一检查,发现堵塞要用细钢丝通一下.

(3) 用纱布沾少许酒精擦拭轨面及滑块内表面(供气时).

(4) 导轨未供气时,不要在轨上推动滑块.

(5) 实验后取下滑块,盖上布罩.

2. 数字计时器上选择时基单位的计时开关扳向“1 ms”时,数码管上显示的读数为ms,计时量程为0~0.999 s;扳向“10 ms”时,数码管显示的读数单位为10 ms,计时量程为0~9.99 s.

3. 操作上的注意事项:

(1) 碰撞前后滑块运行是否平稳十分重要,在推动滑块Ⅰ去撞滑块Ⅱ时要特别小心,最好不要用手直接去推滑块Ⅰ,而是在滑块Ⅰ后面再加一小滑块,通过小滑块去推动滑块Ⅰ,使推力和轨面平行.

(2) 两滑块滑行的速度要大小适当,若太小,则由于滑行时间增长,导致摩擦力的冲量增

加;若太大,则两滑块碰撞时容易与导轨接触.

(3)由于数字计时器只有一个显示屏,因此对同一个光电门的前后两次挡光时间,或者先后显示在屏上(利用自动复零装置),或者在屏上累加起来.在两光电门之间的距离尽量小的情况下,必须控制好滑行的时间和速度,使每次挡光先后进行,并且很快地把显示屏上显示的各个时间准确无误地记下.

(二)实验报告

【课题】用气垫导轨验证动量守恒定律

【目的】

1. 验证动量守恒定律:一个系统_____或者_____,这个系统的总动量_____.

2. 了解弹性碰撞、完全非弹性碰撞的特点.

【验证思路】当两滑块在水平的导轨上沿直线作对心正碰时,若略去滑块运动过程中受到的粘滞性阻力和空气阻力,则两滑块在水平方向除受到碰撞时彼此相互作用的内力外,不受其他外力作用,故根据动量守恒定律,两滑块的总动量在碰撞前后保持不变.

【器材】气垫导轨,滑块,光电门,数字计时器,气源,天平,砝码,游标卡尺,橡皮泥,计算器等.

【步骤】

1. 安装与调试:

(1)实验装置如图 2-1 所示.导轨供气时,用纱布沾少许酒精擦轨面及滑块内表面;检查轨面喷气孔是否堵塞,发现堵塞要用细钢丝通一下.

(2)调平气轨:接通气源后,将一个滑块放在气垫导轨中间部位,反复调节单脚螺钉,直至滑块由静止释放后基本不动为止.

(3)在气垫导轨上放置两个光电门,将两个光电门插头插入数字计时器“输入 I、II”插座.把数字计时器上选择时基单位的计时开关置于“1 ms”挡,将工作选择开关置于 S_1 挡(图 2-2).接通电源.

(4)在 I、II 两个滑块上装上挡光条.

2. 测量:

(1)原来静止的物体相互作用

①实验装置如图 2-3 所示,在其中一只滑块的一端装上弹簧片,并用线把弹簧片的两端拴在一起使之成为弓形,另一只滑块紧挨着它.把这两只滑块置于光电门之间,并使它们静止.

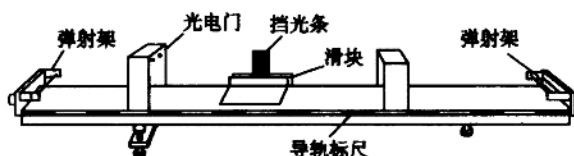


图 2-1

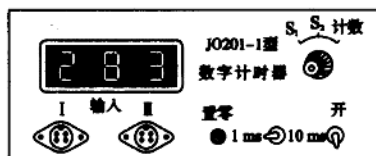


图 2-2

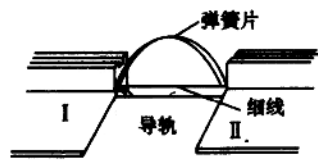


图 2-3

②把拴弹簧片的线烧断,弹簧片弹开,两只滑块随即向相反方向运动。

③分别记录滑块 I、II 通过光电门的时间 Δt_1 和 Δt_2 。

④用天平测出两只滑块的质量 m_1 、 m_2 。

⑤用游标卡尺测出挡光条计时的宽度 l (图 2-4), 两只滑块的

速度大小: $v_1 = \frac{l_1}{\Delta t_1}$, $v_2 = \frac{l_2}{\Delta t_2}$ 。

⑥重复以上操作①、②、③, 共做 3 次。

⑦把所测数据记入表 1 中, 计算两滑块的动量之和是否为零。

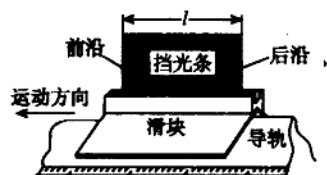


图 2-4

(2) 弹性碰撞

①如图 2-5 所示, 在滑块的碰撞端装上绕有橡皮筋的弹性碰撞架, 弹性架互相错开一个角度, 避免框架相碰。橡皮筋绕在弹性架上时要与框架垂直, 避免碰撞时有滑动。

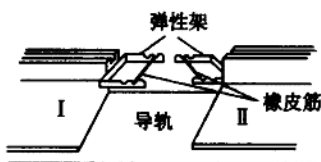


图 2-5

②将滑块 I (质量较小) 放在两光电门之间适当位置, 并使其静止, 即 $v_{20} = 0$ 。把滑块 II (质量较大) 放在两光电门之外的导轨上, 并给予一定的水平初速度 v_{10} , 使其向光电门匀速运动, 记录其通过光电门的时间 Δt_{10} 。当两滑块碰撞后, 分别记录滑块 I、II 通过光电门的时间 Δt_1 和 Δt_2 。

③用天平测出两只滑块的质量 m_1 、 m_2 。

④两只滑块的速度大小: $v_{10} = \frac{l_1}{\Delta t_{10}}$, $v_1 = \frac{l_1}{\Delta t_1}$, $v_2 = \frac{l_2}{\Delta t_2}$ 。

⑤重复步骤②, 共做 3 次。

⑥把所测数据记入表 2 中, 计算滑块碰撞前、后的动量, 碰撞前、后的动能。

(3) 完全非弹性碰撞

①如图 2-6 所示, 把两只滑块的碰撞端分别装上撞针及橡皮泥, 同时在两滑块的另一端粘贴上橡皮泥作为配重, 以保持滑块的重心位置不变。

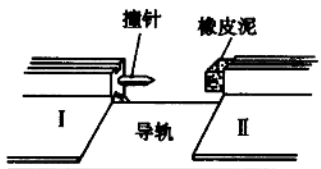


图 2-6

②将滑块 I (质量较小) 放在两光电门之间适当位置, 并使其静止, 即 $v_{20} = 0$ 。把滑块 II (质量较大) 放在两光电门之外的导轨上, 并给予一定的水平初速度 v_{10} , 使其向光电门匀速运动, 记录其通过光电门的时间 Δt_{10} 。当两滑块碰撞后, 记下滑块通过光电门的时间 Δt 。

③用天平测出两只滑块的质量 m_1 、 m_2 。

④碰撞前后滑块的速度大小: $v_{10} = \frac{l_1}{\Delta t_{10}}$, $v = \frac{l_2}{\Delta t}$ 。

⑤重复步骤②, 共做 3 次。

⑥把所测数据记入表 3 中, 计算滑块碰撞前、后的动量, 碰撞前、后的动能。

【记录】

(1) 原来静止的物体相互作用

表1 $m_1 =$ kg, $m_2 =$ kg; 挡光条计时宽度 $l_1 =$ m, $l_2 =$ m.

次 项 目	1	2	3
$\Delta t_1/s$			
$v_1/(m \cdot s^{-1})$			
$\Delta t_2/s$			
$v_2/(m \cdot s^{-1})$			
$p_1 = m_1 v_1/(kg \cdot m \cdot s^{-1})$			
$p_2 = m_2 v_2/(kg \cdot m \cdot s^{-1})$			
$p_1 + p_2/(kg \cdot m \cdot s^{-1})$ (注意 v, p 的正负号)			

(2)弹性碰撞

表2 $m_1 =$ kg, $m_2 =$ kg; 挡光条计时宽度 $l_1 =$ m, $l_2 =$ m.

次 项 目	1	2	3
$\Delta t_{10}/s$			
$v_{10}/(m \cdot s^{-1})$			
$\Delta t_1/s$			
$v_1/(m \cdot s^{-1})$			
$\Delta t_2/s$			
$v_2/(m \cdot s^{-1})$			
$p_0 = m_1 v_{10}/(kg \cdot m \cdot s^{-1})$			
$p_1 = m_1 v_1/(kg \cdot m \cdot s^{-1})$			
$p_2 = m_2 v_2/(kg \cdot m \cdot s^{-1})$			
$p = p_1 + p_2/(kg \cdot m \cdot s^{-1})$			
$E_{k0} = \frac{1}{2} m_1 v_{10}^2/J$			
$E_{k1} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2/J$			
$E_{k2} = \frac{1}{2} m_2 v_2^2/J$			
$E_k = E_{k1} + E_{k2}/J$			
$\delta p = \frac{ p - p_0 }{p_0} \times 100\%$			
$\delta E_k = \frac{ E_k - E_{k0} }{E_{k0}} \times 100\%$			

(3) 完全非弹性碰撞

表3 $m_1 =$ kg, $m_2 =$ kg, 挡光条计时宽度 $l_1 =$ m, $l_2 =$ m.

次 数 项 目	1	2	3
$\Delta t_{10}/s$			
$v_{10}/(m \cdot s^{-1})$			
$\Delta t/s$			
$v/(m \cdot s^{-1})$			
$p_0 = m_1 v_{10}/(kg \cdot m \cdot s^{-1})$			
$p = (m_1 + m_2)v/(kg \cdot m \cdot s^{-1})$			
$E_{k0} = \frac{1}{2} m_1 v_{10}^2/J$			
$E_k = \frac{1}{2} (m_1 + m_2)v^2/J$			
$\delta p = \frac{ p - p_0 }{p_0} \times 100\%$			
$\delta E_k = \frac{ E_k - E_{k0} }{E_{k0}} \times 100\%$			

【结论】

(三) 思考题

1. 本实验中为什么取 $m_1 > m_2$, 而不取 $m_1 = m_2$?
2. 当取 $m_1 < m_2$ 进行碰撞时, 其测量误差与 $m_1 > m_2$ 时相比, 哪一种可能小些?

实验三 用单摆测定重力加速度

(一) 预习题和注意事项

预习题

1. 本实验的目的是_____。
2. 利用单摆测定重力加速度时：
 - (1) 若已知摆球的半径 r ，则除单摆装置外，还必须使用的测量工具有：①_____，②_____；
 - (2) 必须测定的物理量是：①_____，②_____；
 - (3) 用秒表测出单摆全振动 n 次 (30~50 次) 的时间 t ，则单摆振动的周期 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ ；
 - (4) 单摆的周期公式 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ ；
 - (5) 重力加速度的计算公式 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ ；
 - (6) 实验时，摆线的偏角不要_____。
3. 当摆线在竖直方向静止后，用米尺量出摆球上表面到系绳点的距离 l ，若摆球的半径为 r ，则摆长 L 为()。

A. $l+2r$ B. $l+r$ C. l

4. 一位同学用单摆做测定重力加速度的实验，他将摆挂起后，把单摆从平衡位置拉开一个小角度，如图 3-1 所示，则他按下秒表开始计时与按下秒表停止计时时，应在摆球通过()。

A. 最低点 O 时
B. 最高点 A 时
C. 最高点 B 时

5. 一位同学用单摆做测定重力加速度的实验，测周期 T 时，在摆球某次通过最低点时，按下秒表开始计时，同时将此次通过最低点作为第一次，接着一直数到摆球第 60 次通过最低点时，按秒表停止计时。读出这段时间 t ，算出单摆的周期 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

6. 一般用的秒表如图 3-2 所示，秒表的表盘上有分针和秒针。表盘上的最小刻度为_____s，测量范围为_____min；启动秒表后，每过_____min 秒针转一周，分针走_____小格。图 3-2 中的读数为_____s。

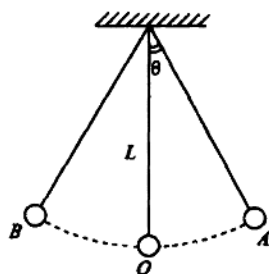


图 3-1



图 3-2

注意事项

1. 摆线应用长 1 m 左右的细线。线若太长，操作不便；若太短，摆球

的振幅也会相应地减小,不便观察记时.

2. 使用秒表时,先上好发条,右手持表(如图3-3),用拇指按一下表的柄头,表针就走动起来,再按一下,表针就停止,这时表针所指的就是两次按表相隔的时间.注意表盘上沿小圆走的是分针,沿大圆走的是秒针.第三次按动柄头时,分针、秒针就都回到零点静止.有些秒表还有其他形式的制动装置,使用时要注意.



图3-3

3. 量摆线长时,应把摆球吊在摆线下端,当摆球静止后再量.不能把摆线平放在桌面上,用手拉紧以后再量.

4. 拉开摆球时,摆球的最大偏角应小于 10° ,为此只需使摆球偏离平衡位置的距离在 $\frac{1}{6}L$ 以内即可.拉开摆球时,应使摆球、摆线和悬点在同一竖直平面内,悬点应该固定不动.

(二)实验报告

【课题】用单摆测定重力加速度

【目的】_____

【原理】在偏角小于_____时,单摆的振动具有等时性.由单摆振动的周期公式 $T = \frac{2\pi}{g} \sqrt{L}$,可推得 $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$,式中 T 、 L 分别代表单摆的振动周期和摆线长,测出单摆的摆长 L 和振动周期 T ,就可由上式计算出当地的_____值.

【器材】_____

【步骤】

1. 安装装置:

(1)选取一段1 m左右的细线,让线的一端穿过小球的小孔,然后打一个比小孔大一些的结.把线的上端用铁夹固定在铁架台上.

(2)把铁架台放在实验桌边,使铁夹伸到桌面以外,让摆球自由下垂(图3-4).

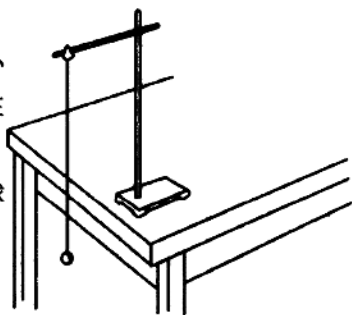


图3-4

2. 测量、计算:

(1)当摆球在竖直方向静止后,用米尺量出摆球_____到系绳点的距离 l' ,精确到mm;用游标卡尺测量摆球的直径,算出摆球的半径 r ,也精确到mm.则_____就是单摆的摆长.

(2)使摆球偏离平衡位置的距离在 $\frac{1}{6}$ 摆长以内(就能保证摆角小于 10°),然后放开小球让摆球进行自由摆动.

(3)在摆球越过_____时开始记时,当摆球越过_____时终止记时.用秒表测出单摆做 n 次(30~50次)全振动所用的时间 t ,则单摆振动的周期 $T = \frac{t}{n}$.

(4)根据单摆的周期公式 $T = \frac{2\pi}{g} \sqrt{L}$,计算出重力加速度 $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$.