

普通高中课程标准实验教科书

物理

实验报告册

(选修3-4)



山东教育出版社

说 明

本实验报告册根据现行课程标准编写,可配合《普通高中课程标准实验教科书物理(选修3-4)》(人教版),供高中学生使用。

本书力图体现学生的自主性和选择性,可以在“自主设计”版块中展开合理想像,并不苛求实验室能满足每个学生的要求;“参考案例”依据教材实验设计,也较符合学校实验室现存硬件设备,应该能为学生实验起到较好的辅助作用。

参加本册编写的有王贤福、王召义、刁吉龙等同志,最后由刘林同志统稿。

由于编者的水平及对新课改的认识的局限、不足之处在所难免,诚请广大教师 and 同学们提出宝贵意见。

2006年5月

目 录

实验一 用单摆测定重力加速度	1
实验二 测定玻璃的折射率	8
实验三 用双缝干涉测量光的波长	16
实验综合能力测试	22
参考答案	27



实验一

用单摆测定重力加速度

一、自主设计

设计思路：

要确定电路中是否有感应电流产生，需要采用什么实验方法和器材。

实验方案：

列出实验步骤，画出实验图，注明采集信息的方法和信息的呈现方式（如表格）。



信息分析的方法：

请你自己设计数据记录表，并将实验数据填入表格。

结论预测：

评价与交流：

与其他同学交流一下方案，对于其他同学的结论，你是否有所发现。



二、参考案例



实验设计

1. 实验目的:

- (1) 利用单摆测定重力加速度。
- (2) 能正确熟练地使用秒表。
- (3) 能正确熟练地使用游标卡尺。

2. 实验原理:

单摆在偏角很小(偏角小于 5°)时的振动可看作简谐运动,由单摆做简谐运动时的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 可得 $g=4\pi^2\frac{l}{T^2}$, 所以通过实验测出摆长 l 和周期 T , 就可求出当地的重力加速度。



实验方案

1. 实验器材:

长约 1 m 的细线一条,通过球心开有小孔的金属小球一个,带有铁夹的铁架台一个,最小刻度为 mm 的米尺一把,游标卡尺一把(也可以用一个三角尺代替),秒表一块。

2. 实验步骤:

(1) 将 1 m 左右的细线的一端穿过小铁球上的小孔并打结固定好,细线的另一端固定在铁架台的铁夹上,做成一个单摆,如图 1-1 所示。

(2) 用有毫米刻度的米尺量出悬线长 l' (从悬点到摆球的上边缘),用游标卡尺测量摆球的直径 d (准确到 mm),则单摆的摆长 $l=l'+d/2$ 。将结果记入表内。(此处也可以不用游标卡尺测量小球的直径,而用米尺和三角板测出摆长,请同学们思考一下,都有哪些方法?)

(3) 让单摆摆动(偏角小于 5°),用秒表测出 n (约为 30~50) 次全振动的时间 t ,用公式 $T=t/n$ 计算出单摆的周期,将结果记入表内。

(4) 由 $g=\frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 计算出重力加速度,将结果记入表内。

(5) 改变摆长重做上述实验,将结果记入表内。

(6) 求出几次实验得到的重力加速度的平均值,将结果记入表内。

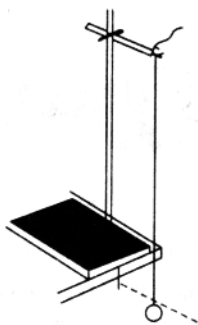
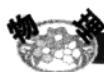


图 1-1



(7) 将测得的重力加速度数值与当地的重力加速度数值比较,分析产生误差的原因。

3. 注意事项:

(1) 选材料时应选择细且不易伸长的线,线长一般不要短于 1 m,小球应选用密度较大的金属球,直径应较小(最好不要超过 2 cm)。

(2) 单摆悬线的上端不可随意卷在铁夹的杆上,应夹紧在铁夹中,以免摆动时摆长变化。

(3) 应使摆线偏离竖直方向的最大偏角不超过 10° (可通过估算最大振幅加以控制)。

(4) 摆球振动时,要使它保持在同一竖直面内,不要形成圆锥摆。

(5) 观察和记录全振动次数时,应以平衡位置为准(可在平衡位置处做一竖直条形标志)。这是因为摆球通过平衡位置时速度最大,计时误差较小。



采集数据

把实验中获得的数据记入下表:

实验次数	摆长 l/m	振动次数 n	时间 t/s	周期 T/s	重力加速度 $g/(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$	重力加速度的平均值 $\bar{g}/(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$
1						
2						
3						
4						
5						



信息和误差分析

(1) 本实验系统误差主要来源于单摆模型本身是否符合要求。即:悬点是否固定,是单摆还是复摆,球、线是否符合要求,振动是圆锥摆还是在同一竖直平面内振动以及测量哪段长度作为摆长等等,只要注意了上面这些方面,就可以使系统误差减小到远远小于偶然误差而忽略不计的程度。

(2) 本实验偶然误差主要来自时间(即单摆周期)的测量上。因此,要注意测准时间(周期),要从摆球通过平衡位置开始计时,并采用倒数计时计数的方法,不能多记或漏记振动次数。为了减小偶然误差,进行多次测量后取平均值。

(3) 本实验中长度(摆线长、摆球的直径)的测量时,读数读到毫米位即可(即使用卡





尺测摆球直径也只需读到毫米位)。时间的测量中,秒表读数的有效数字的末位在“秒”的十分位即可。



评价交流

对照参考案例实验,对比自己的设计,客观地评价一下自己设计的实验。同时对照一下重力加速度的数值,分析一下实验中的问题。

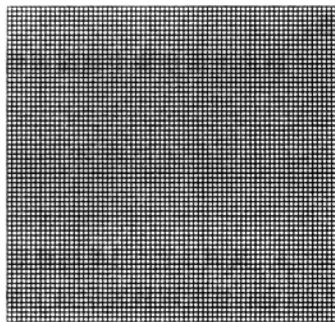
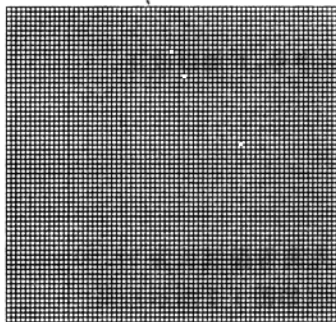
三、拓展与延伸

1. 应用实验测得的数据还可以研究周期跟摆长的关系:

(1) 在图 1 所示的坐标纸上,描点画出 $T-l$ 图象。

(2) 在图 2 所示的坐标纸上,描点画出 T^2-l 图象。

比较两曲线,说明从哪条曲线上更易看出 T 与 l 的关系。



四、自主测试

1. 在“用单摆测定重力加速度”的实验中,采用了以下几种不同的测量摆长的方法,其中不妥或错误的是()

- A. 安装好单摆,用力拉紧摆线,用米尺测量摆线长度,然后加上摆球的半径
- B. 让单摆自然下垂,用米尺测出摆线长度,然后加上摆球的半径
- C. 把单摆取下并放在桌面上,用米尺测出摆线的长度,然后加上摆球的半径
- D. 让单摆自然下垂,用米尺直接测出摆线悬点到摆球球心间的距离



2. 在本实验中测得 g 值偏大, 原因可能是()

- A. 振幅太小, 测得周期偏小
- B. 测摆长时, 只考虑线长, 漏加小球的半径
- C. 将 n 次全振动误记为 $n+1$ 次全振动
- D. 将 n 次全振动误记为 $n-1$ 次全振动

3. 在本实验中, 要改变摆长, 并进行多次测量, 以求重力加速度 g 的平均值 $\bar{g}$, 下表是甲、乙两个同学设计的记录实验数据的表格, 其中正确的是_____。

次数	1	2	3	4	平均值
l					
T					
g					

甲

次数	1	2	3	4	平均值
l					
T					
					$\bar{g} =$

乙

4. 一位同学做“用单摆测定重力加速度”的实验时, 将单摆挂起后, 进行了如下步骤:

(1) 测摆长 l , 用米尺测出摆线的长度。

(2) 测周期 T , 将摆球拉起, 然后放开, 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, 接着一直数到第 60 次通过最低点时, 按秒表停止计时, 读出这段时间 t , 计算出单摆的周期 $T = \frac{t}{60}$ 。

(3) 将所测得的 l 和 T , 代入公式 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 计算出 g , 将它作为实验的最后结果写入报告。

指出上面步骤中遗漏或错误的地方, 写出该步骤的序号, 并加以改正。

5. 某同学在“用单摆测定重力加速度”的实验中, 先测得摆线长为 97.50 cm、直径为 2.00 cm, 然后用秒表记录了单摆振动 50 次所用的时间(如图 1-2 所示), 则

(1) 该摆摆长为_____ cm, 秒表的示数为_____ s。

(2) 如果他测的 g 值偏小, 可能的原因是

()

- A. 测摆线长时摆线拉得过紧
- B. 摆线上端未牢固地系于悬点, 振动中出现松动, 使摆线长度增加了
- C. 开始计时时, 秒表过迟按下
- D. 实验中误将 49 次全振动记为 50 次

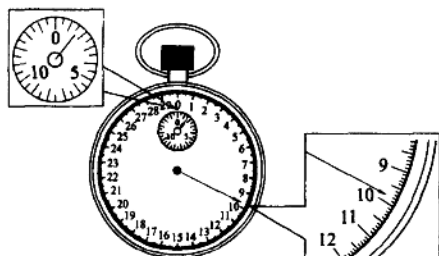


图 1-2

(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,将所得数据在 T^2-l 坐标系中对应的点连成直线,如图 1-3 所示,求得该直线的斜率为 k ,则重力加速度 $g=$ _____。

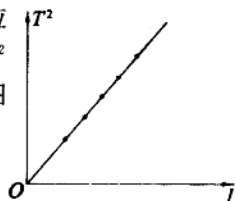


图 1-3

五、自主评价

1. 通过这个实验,我学会的方法。

2. 我在实验中遇到的困难。

3. 我还有一些想法。





测定玻璃的折射率

一、自主设计

设计思路：

要确定电路中是否有感应电流产生，需要采用什么实验方法和器材。

实验方案：

列出实验步骤，画出实验图，注明采集信息的方法和信息的呈现方式(如表格)。



信息分析的方法：

请你自己设计数据记录表，并将实验数据填入表格。

结论预测：

评价与交流：

与其他同学交流一下方案，对于其他同学的结论，你是否有所发现。



二、参考案例



1. 实验目的：

测定玻璃的折射率。

2. 实验原理：

给出一条进入玻璃砖的入射光线，利用插针法确定该入射光线在砖内的折射光线，根

据 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 计算玻璃砖的折射率。



1. 实验器材：

一块两面平行的玻璃砖、白纸、大头针、量角器、圆规、三角板。

2. 实验步骤：

(1) 把白纸用图钉钉在木板上。

(2) 在白纸上画一条直线 aa' ，作为界面边界，画一条线段 AO 作为入射光线，并过 O 点画出界面 aa' 的法线 NN' ，如图 2-1 所示。

(3) 把长方形的玻璃砖放在白纸上，使它的一个长边跟 aa' 对齐，并画出玻璃砖的另一个长边 bb' 。

(4) 在 AO 线段上竖直地插上两枚大头针 P_1 和 P_2 。

(5) 在玻璃砖的 bb' 一侧竖直地插上大头针 P_3 ，用眼睛观察调整视线，要使 P_3 能同时挡住 P_1 和 P_2 的像。

(6) 同样地在玻璃砖的 bb' 一侧再竖直地插上大头针 P_4 ，使 P_4 能挡住 P_3 本身和 P_1 与 P_2 的像。

(7) 记下 P_3 和 P_4 的位置，移去玻璃砖和大头针 P_1 、 P_2 和 P_4 ，引直线 $O'B$ 与 bb' 交于 O' 点，连接 O 与 O' ， OO' 就是玻璃砖内的折射光线的方向，入射角 $\theta_1 = \angle AON$ ，折射角 $\theta_2 = \angle O'ON'$ 。

(8) 用量角器量出入射角 θ_1 和折射角 θ_2 的度数。

(9) 从三角函数表中查出入射角和折射角的正弦值，记入自己设计的表格里。

(10) 用上面的方法分别求出入射角是 30° 、 45° 、 60° 时的折射角，查出入射角和折射角

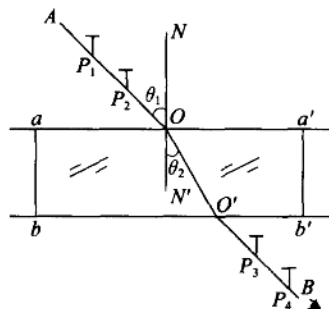


图 2-1

的正弦值,把这些数据也记在表格里。

(11) 算出不同入射角时 $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ 的值。比较一下,看它们是否接近一个常数,求出几次实验中所测 $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ 的平均值,这就是玻璃的折射率。

3. 注意事项:

(1) 选择的玻璃砖应较宽些为宜。

(2) 反复调整视线方向,使 P_4 挡住 P_3 和 P_2 、 P_1 的像, P_1 、 P_2 及 P_3 、 P_4 之间的间隔可大些,应观察针的根部,视线呈水平。

(3) 为了提高实验的准确度,入射角可适当取大些,但又不宜太大,否则会使反射光增强,而折射光减弱,不容易观察。

(4) 为了减小测量中的偶然误差。可用直尺和圆规代替量角器,如图 2-2 所示。将 OO' 延长,用圆规以 O 为圆心,适当长为半径作圆,与 OA 、 OO' 交于 A 、 B 两点,过 A 、 B 作法线 MN 的垂线交 MN 于 C 和 D ,用直尺测出 AC 和 BD 的长度,则玻璃砖的折射率 $n = \frac{AC}{BD}$ 。

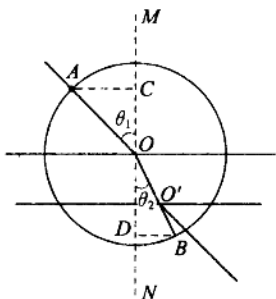


图 2-2



(1) 入射光线、出射光线确定的准确要求 P_1 与 P_2 、 P_3 与 P_4 间距宜大些。

(2) 测量入射角与折射角时有相对误差,故入射角不宜过小。入射角也不宜过大,过大则反射光极强,折射光较弱。



对照参考案例实验,对比自己的设计,客观地评价一下自己设计的实验。分析一下注意事项中不用量角器、不测 θ_1 、 θ_2 的数值计算 n 的方法。你还有什么其他方法?





三、拓展与延伸

1. 测量液体的折射率的方法:

如图 2-3 所示,一个储油桶的底面直径与高均为 d 。当桶内没有油时,从某点 A 恰能看到桶底边缘的某点 B 。当桶内油的深度等于桶高的一半时,仍沿 AB 方向看去,恰好看到桶底上的点 C , C 、 B 两点相距 $d/4$ 。根据这些条件即可求出这种油的折射率。请你根据上述条件进行计算。

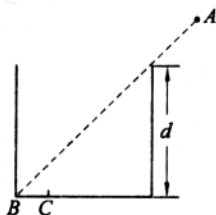
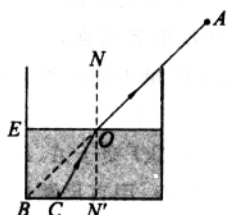
甲 没有油时刚好看到 B 点乙 有油时沿同一方向看去可以看到 C 点

图 2-3

2. 测定玻璃三棱镜的折射率:

一位同学模仿用玻璃砖测定玻璃折射率方法,改用玻璃三棱镜测定玻璃的折射率,他的主要步骤如下:

(1) 在白纸上放一玻璃三棱镜并画出它的三条边: AB 、 BC 和 CA 。

(2) 以 AB 界面画一条线段 DO 作为入射线,并在 DO 上竖直地插上两枚大头针 P_1 和 P_2 。

(3) 在 AC 的一侧竖直地插上大头针 P_3 时,用眼睛观察并调整视线使 P_3 同时能挡住 P_1 、 P_2 的像。

(4) 同样,在 AC 的一侧再竖直地插上大头针 P_4 时,用眼睛观察并调整视线使 P_4 同时能挡住 P_3 和 P_1 、 P_2 的像。

(5) 记下 P_3 、 P_4 的位置,移去玻璃三棱镜,过 P_3 、 P_4 引直线 $O'E$ 与 AC 交于 O' ,过 O 点画界面 AB 的法线 NN' 。你能否根据他的实验记录测出玻璃的折射率?若能,请在图 2-4 上标出入射角和折射角,并用三角函数值表示玻璃的折射率。

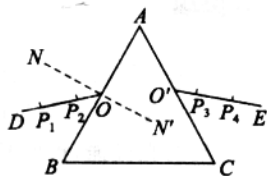


图 2-4

3. 用半圆形玻璃砖测定玻璃折射率:

(1) 把半圆形玻璃砖放在白纸上,定出其圆心 O ,在白纸上用铅笔描下其直径和圆心的位置,让一束光沿与直径垂直的方向穿过玻璃砖,射到圆心 O (如图 2-5 所示)。

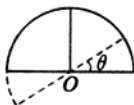


图 2-5

(2) 不改变入射光的方向和位置,让玻璃砖以 O 点为轴逆时针转动,到从玻璃砖平面一侧恰好看不到透射光为止。

(3) 用铅笔描下此时玻璃砖直径的位置,移去玻璃砖,测量玻璃砖转过的角度 θ ,由 θ

计算出折射率。

若已知 $\theta=42^\circ$ ，又查得 $\sin 42^\circ=0.67$ ，则玻璃的折射率 $n=$ _____。

四、自主测试

1. 测定玻璃的折射率时，为了减小实验误差，应该注意的是()

- A. 玻璃砖的宽度宜大些
- B. 入射角应尽量小些
- C. 大头针应垂直的插在纸面上
- D. 大头针 P_1 和 P_2 及 P_3 和 P_4 之间的距离应适当大些

2. 某同学做测定玻璃折射率实验时，用他测得的多组入射角 i 和折射角 r ，作出 $\sin i - \sin r$ 图象，如图 2-6 所示。下列判断中正确的是()

- A. 他做实验时，光线是由空气射入玻璃的
- B. 玻璃的折射率为 0.67
- C. 玻璃的折射率为 1.5
- D. 玻璃的临界角的正弦值为 0.67

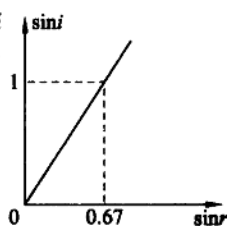


图 2-6

3. 测定玻璃砖折射率的实验如图 2-7 所示，在把玻璃砖放在白纸上做实验之前应在纸上先画好三条直线，它们分别是_____、_____、_____，最后按正确的要求插上大头针 P_3 、 P_4 ，由 P_3 、 P_4 的位置决定了光线_____的方向，从而确定了折射光线_____的方向。

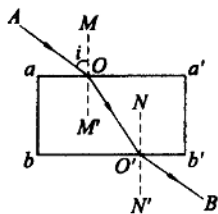


图 2-7

4. 在“测定玻璃的折射率”的实验中，请思考以下三个问题：

(1) 如图 2-8 所示，画好玻璃砖界面两条直线 aa' 和 bb' 后，不慎误将玻璃砖向上平移至图中虚线位置，若其他操作均正确，则测得的折射率将_____。(填“偏大”、“偏小”或“不变”)

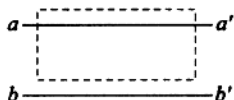


图 2-8





(2) 如图 2-9 所示,若在画玻璃砖界面 aa' 时,误将界面向上画至图中的虚线位置,其他操作均正确,则测得的折射率将_____。(填“偏大”、“偏小”或“不变”)

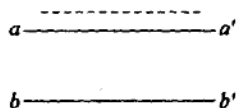


图 2-9

(3) 如图 2-10 所示,若玻璃砖的界面不平行,则测得的折射率将_____。(填“偏大”、“偏小”或“不变”)

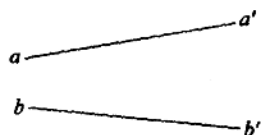


图 2-10

5. 某同学用三棱镜做测定玻璃折射率的实验,先在白纸上放好三棱镜,在棱镜的一侧插上两枚大头针 P_1 和 P_2 ,然后在棱镜的另一侧观察,调整视线使 P_1 的像被 P_2 挡住。接着在眼睛所在的一侧插两枚大头针 P_3 、 P_4 ,使 P_3 挡住 P_1 、 P_2 的像, P_4 挡住 P_3 和 P_1 、 P_2 的像,在纸上标出的大头针位置和三棱镜轮廓,如图 2-11 所示。

(1) 在本题的图上画出所需的光路。

(2) 为了测出棱镜玻璃的折射率,需要测量的量是_____,_____。在图上标出它们。

(3) 计算折射率的公式是 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ _____。

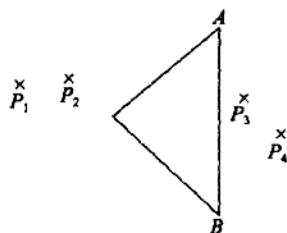


图 2-11

五、自主评价

1. 通过这个实验,我学会的方法。

