

# 实 验 报 告

评分:

2021 级物理学院

学号: PB21020666

姓名: 修中洪

日期: \_\_\_\_\_

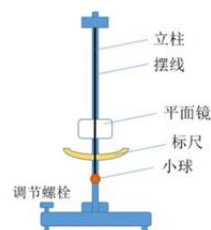
## 实验题目: 单摆法测重力加速度

- 实验目的:
1. 利用经典的单摆公式和给出的器材测量重力加速度  $g$  的近似值。
  2. 学习使用不确定度均分原理处理和设计实验基本方案。
  3. 学习如何分析误差来源, 提出修正方法。

实验器材与参数: 游标卡尺, 卷尺, 千分尺, 电子秒表,

单摆 (带标尺, 平面镜, 如图 0.1)。

其中钢卷尺精度  $\Delta_{\text{卷}} \approx 0.02\text{cm}$ ; 游标卡尺精度  $\Delta_{\text{卡}} \approx 0.002\text{cm}$ ; 千分尺精度  $\Delta_{\text{千}} \approx 0.001\text{cm}$ ; 秒表精度  $\Delta_{\text{秒}} \approx 0.01\text{s}$ ; 实验人员测量的时间精度  $\Delta_{\text{人}} \approx 0.2\text{s}$ 。



▲图 0.1 实验装置示意图

实验原理: 本实验中精度要求为  $\Delta g/g < 1\%$ , 几何形状等修正项可忽略不计, 则有一级近似的单摆公式

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ , 通过不确定度均分原理, 可在一定精度范围内测量  $T, L$  从而求出重力加速度  $g$  的近似值。

实验设计: 由  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$  可得  $g = \frac{T^2}{4\pi^2 L}$ , 两侧同时取对数, 得到  $\ln(g) = 2\ln(T) - \ln(L) - 2\ln(2\pi)$

取小量后两式相减可得  $\frac{\Delta g}{g} = 2\frac{\Delta T}{T_{\text{总}}} + \frac{\Delta L}{L}$ 。由不确定性均分定理知,  $\frac{\Delta T}{T} < 0.25\%$ ,  $\frac{\Delta L}{L} < 0.5\%$ ,

其中  $L$  为摆线长与球半径的和 (实际的实验条件下摆线长  $l_0 \approx 70.00\text{cm}$ , 球直径  $D \approx 2.00\text{cm}$ ),

$T_{\text{总}} = nT$ ,  $\Delta T = \Delta_{\text{人}} + \Delta_{\text{秒}} \approx 0.2\text{s}$ , 理想状态下  $T \approx 1.69\text{s}$ ;

计算得  $n \approx 50$ ,  $\Delta L < 0.335\text{cm}$ , 则摆长可以选用钢卷尺测量, 需要用游标卡尺测量摆球半径, 且至少需要测 50 个周期。由于实验装置的要求, 摆线长需大于 50cm, 且由于测量的误差与实际操作的误差, 不宜用过长的摆线, 增加摆长不一定能提高精度。

- 实验步骤:
1. 取摆线长约 70cm, 取体积较小, 质量较大的小钢球一个。
  2. 使用钢卷尺测量并记录摆线长度  $L$ , 使用游标卡尺测量并记录小球直径  $D$ , 重复测量并记录 5 次以上。
  3. 按照示意图摆放好实验装置, 调整平面镜和标尺对正, 调节螺栓使立柱竖直, 并调节标尺高度, 使其上沿中点距悬挂点 50.00cm。
  4. 将摆线一端连接悬挂点, 另一端连接小球。
  5. 调整仪器平衡后将小球拉离平衡位置至不超过  $5^\circ$  的角度 ( $\theta_0 \leq 5^\circ$ ) 后松开, 等待小球经过中线时使用电子秒表开始计时, 待小球摆动 50 个周期后停止计时。重复以上步骤 6~8 次, 记录实验数据。
  6. 确认实验无误后结束实验操作, 整理实验仪器, 打乱支架平衡, 标尺及平面镜位置。
  7. 数据处理计算重力加速度, 进行误差分析。