

## 单摆法测重力加速度实验方案设计

姓名：杨博涵 学号：PB20000328 班级：403 组 日期：2020 年 3 月 30 日

### 一. 实验原理

由于精度要求不高, 故采用一级近似, 即忽略一般情况下摆球几何形状、摆的质量、空气浮力、摆角的影响, 此时单摆周期公式为

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

式中  $T$  是单摆的周期,  $l$  是单摆摆长,  $\theta$  是摆角。

我们可以通过改变摆长  $l$ , 测出多组  $T$  与  $\sqrt{l}$  的值, 通过线性拟合与最小二乘法得到

$T \propto \sqrt{l}$  的斜率, 即可得到  $g$  的值; 也可以多次实验去平均, 用平均值直接除得  $g$ 。

本实验在精度范围内采取后一种方法。

### 二. 仪器选择

重力加速度  $g$  的计算公式为

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

按最大不确定度公式估算, 有

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta l}{l} - 2 \frac{\Delta T}{T}$$

由  $\frac{\Delta g}{g} < 1\%$ , 根据不确定度均分原理有  $\frac{\Delta l}{l} < 0.5\%$ ,  $2 \frac{\Delta T}{T} < 0.5\%$

估计摆长约为 70cm, 此时量程符合的长度测量工具只有钢卷尺。

由于钢卷尺最大允差  $\Delta_{尺} \approx 0.2 \text{ cm}$ , 故要求  $l > \frac{0.2 \text{ cm}}{0.5\%} = 40 \text{ cm}$ , 即摆长至少需要 40cm。由不确定度公式知, 增加摆长可以提高测量精度, 但是不能太长, 否则不易操作。

摆球直径估计为 2cm 左右, 故此时  $\Delta L < 0.5\% * (70.00 \text{ cm} + 2.00 \text{ cm}/2) = 0.335 \text{ cm}$ , 此时我们可以选择游标尺, 也可选择千分尺。这里我们选择游标卡尺。

秒表的最大允差  $\Delta_{秒} \approx 0.01 \text{ s}$ , 实验人员测量时间的精度近似为  $\Delta_{人} \approx 0.2 \text{ s}$ , 故时间测量不确定度  $\Delta T = \Delta_{秒} + \Delta_{人} \approx 0.01 \text{ s} + 0.2 \text{ s} = 0.21 \text{ s}$ , 代入得  $T > 84 \text{ s}$ , 70cm 时单摆周期约为 1.700s, 故最少测量周期次数约为 50 次。

综上, 选择的测量仪器有钢卷尺, 游标卡尺 (或千分尺), 秒表, 其余的还有支架、细线、钢球等实验用具。

### 三. 实验步骤

1. 开始实验前，应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 50cm。
2. 测量多组摆球直径与摆线长度，多次测量 5 次左右。
3. 将摆球拉离平衡位置至小角度（小于 5 度）后再松手，用秒表测量单摆 50 次完整振动所需的总时间，重复该步骤 8 次左右。
4. 分析数据，得出结果，并进行误差分析。