

单摆法测重力加速度

姓名：王冬雪 学号：PB22511902 班级：核科学技术学院 2 班 日期：2023 年 3 月 31 日

实验目的

利用单摆周期公式测量本地的重力加速度 g 。

实验原理

由于本实验精度要求为 $\frac{\Delta g}{g} < 1\%$ ，故摆球几何形状、摆线质量、空气浮力、摆角（ $\theta < 5^\circ$ ）对周期 T 的修正可以忽略。一级近似下，单摆的周期公式为：

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

式中， l 表示摆长。

那么，通过测量 T 、 l 可以得到重力加速度 g 。

实验仪器（实验设计见附录 1）

钢卷尺、电子秒表、单摆（带标尺、平面镜；摆线长度可调，其可调上限约为 100cm）

各测量仪器最大允差如下：

游标卡尺 $\Delta_{游} \approx 0.002cm$ ；秒表 $\Delta_{秒} \approx 0.01s$ ；

用钢卷尺测量单摆摆长时难以将被测物两端与测量仪器的刻度

线对齐，作为保守估计，一般可取最大 B 类不确定度 $\Delta_B \approx 0.2cm$ 。

根据统计分析，实验人员开启或停止秒表的反应时间为 0.1s 左右，所以实验人员测量时间的精度近似为 $\Delta_{\lambda} \approx 0.2s$ 。

开始试验时，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。

测量记录（原始数据及签字见附录 2，已舍弃部分明显偏离的数据）

单摆法测量重力加速度		
序号	摆长长度/cm	50个周期全振动时间/s
1	75.00	86.81
2	75.10	86.97
5	75.18	86.88
7	75.20	87.06
8	75.18	87.00

分析与讨论

数据处理

摆长平均值：

$$\bar{l} = \frac{\sum l_i}{n} = 75.132cm$$

那么摆长的 A 类不确定度：

$$u_{Al} = \frac{\sigma_l}{\sqrt{n}} = 0.04cm$$

摆长的 B 类不确定度：

$$u_{Bl} = \frac{\Delta_{Bl}}{C} = \frac{0.12mm}{3} = 0.04mm$$

则 l 的展伸不确定度：

$$u_{lP} = \sqrt{(t_P \times u_{Al})^2 + (k_P \times u_{Bl})^2} = 0.11cm, P = 0.95$$

那么 $l=(75.13 \pm 0.11)cm$

时间平均值：

$$\bar{t} = \frac{\sum t_i}{n} = 86.944s$$

那么 t 的 A 类不确定度：

$$u_{At} = \frac{\sigma_t}{\sqrt{n}} = 0.04s$$

t 的 B 类不确定度：

$$u_{Bt} = \frac{\Delta_{Bt秒} + \Delta_{Bt人}}{C} = \frac{0.21s}{3} = 0.07s$$

则 t 的展伸不确定度：

$$u_{tP} = \sqrt{(t_P \times u_{At})^2 + (k_P \times u_{Bt})^2} = 0.18s, P = 0.95$$

那么 $t=(86.94 \pm 0.18)s$

则重力加速度：

$$g = 4 \times 50 \times 50 \pi^2 \frac{1}{t^2} = 9.8095m/s^2$$

由不确定度传递公式，得

$$\frac{u_g}{g} = \frac{u_l}{l} + 2 \frac{u_t}{t} = 0.0035$$

故 $u_g=0.03\text{m/s}^2$ ，那么，

$$g=(9.81\pm0.03) \text{ m/s}^2$$

误差分析

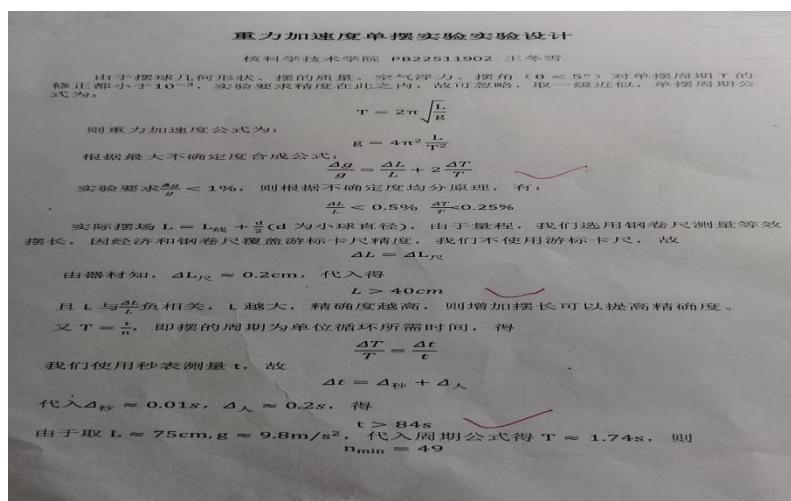
$$\frac{\Delta_g}{g} = 0.35\% < 1\%, \text{ 符合实验的精度要求。}$$

相比于合肥标准参考值 9.7947m/s^2 ，测量值略大。误差可能来源为：（1）测量摆长时刚卷尺起于小球中心下或终于摆线顶端上，使摆长偏大（2）测量时间时提前结束计时或延迟开始计时。（2）为主要影响因素，改进方法见思考题。

思考题

误差主要来源于实验者对秒表的使用。可以通过录像或者延长测量时间（增大测量的周期数）来减少影响，提高精度。

附件 1



附件 2

单摆		
序号	摆长长度/cm	50 个周期全振动时间/s
1	75.00	86.8
2	75.10	86.97
3	75.62	86.8
4	75.35	87.09
5	75.18	86.88
6	75.40	87.03
7	75.20	87.06
8	75.18	87.06 87.00
9		
10		

3.31