

# 单摆的设计与研究实验

版权所有© 2021 南方科技大学 禁止转载

## 一、实验目的

1. 利用经典的单摆公式，依据器材和对重力加速度的测量精度要求，进行设计性实验基本方法的训练。
2. 学习应用误差均分原则，选用适当的仪器和测量方法，完成设计性实验内容。

## 二、实验原理

1. 推导计算重力加速度的公式，并标明公式中的待测物理量。
2. 要求：  $\frac{\Delta g}{g} < 1\%$ ，根据误差均分原理，请判断使用钢卷尺，游标卡尺，千分尺是否满足设计要求；测量周期时，请估算一次至少需要测量多少个周期？估算过程中，假设单摆周期  $T=1.7s$ ，实验人员开停秒表的总反应时间  $\Delta t=0.2s$ 。

## 三、实验内容

1. 用误差均分原理和测量精度要求，设计一单摆装置，测量重力加速度  $g$ ，要求  $\frac{\Delta g}{g} < 1\%$ 。设计要求：
  - (1) 根据误差均分原理和设计要求，自行设计实验方案，合理选择测量仪器和测量方法。
  - (2) 写出设计依据和实验步骤，并测量重力加速度  $g$ 。

## 四、实验器材

实验室可提供的器材及参数为：

游标卡尺（精度  $\Delta_{卡} \approx 0.002cm$ ），钢卷尺（精度  $\Delta_{米} \approx 0.05cm$ ），千分尺（精度  $\Delta_{千} \approx 0.001cm$ ），电子秒表（精度  $\Delta_{秒} \approx 0.01s$ ），单摆支架，细线（尼龙线），钢球，摆幅测量标尺。

## 五、数据处理

1. 计算重力加速度  $g$ ，参考深圳的重力加速度  $g=9.7887m/s^2$ ，检验实验结果是否达到设计要求。

2. 计算所测物理量的 A 类、B 类以及合成不确定度。
3. 根据不确定度的合成与传递，计算重力加速度  $g$  的相对不确定度以及不确定度，并明确给出实验结论。

# 报告要求

## 实验名称

### 单摆的设计与研究实验

## 实验目的

1. 利用经典的单摆公式，依据器材和对重力加速度的测量精度要求，进行设计性实验基本方法的训练。
2. 学习应用误差均分原则，选用适当的仪器和测量方法，完成设计性实验内容。

## 实验仪器

游标卡尺，钢卷尺，电子秒表，单摆实验仪

## 实验原理

阅读实验讲义，重点弄清以下问题。

1. 写出单摆周期的理论公式，并推导计算重力加速度的公式，并标明公式中的待测物理量；
2. 根据误差均分原理，请判断使用钢卷尺，游标卡尺，千分尺是否满足设计要求；写出测量周期时，计算至少需要测量多少个周期能满足测量精度的要求。

## 实验内容

阅读实验讲义，简要概括。

## 数据记录

列表记录线长、摆球直径、单摆周期等测量量，标明物理测量量的中文名称，英文标识，单位，记录值的有效数字必须与仪器的测量精度保持一致。

---

---

## 以下内容课后完成部分

## 数据处理

阅读实验讲义中的数据处理部分，完成数据处理部分中每一项的计算。

## 误差分析

定性分析实验中的其他系统误差。

实验结论

简要陈述实验方法及结果，写出测量结果的正确表达。

表一 t 因子与置信概率 p 与测量次数 n 相关

| <div><div>n</div><div>p</div></div> | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | $\infty$ |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| 0.68                                | 1.32 | 1.20 | 1.14 | 1.11 | 1.09 | 1.08 | 1.07 | 1.06 | 1        |
| 0.95                                | 4.30 | 3.18 | 2.78 | 2.57 | 2.46 | 2.37 | 2.31 | 2.26 | 1.96     |

表二 置信概率 p 与包含因子 k<sub>p</sub> 对应表

| 分布类型 | p=1        | p=0.9973 | p=0.99 | p=0.95 |
|------|------------|----------|--------|--------|
| 正态分布 | 3          | 3        | 2.58   | 1.96   |
| 均匀分布 | $\sqrt{3}$ | 1.73     | 1.71   | 1.65   |

|      | 摆线长度  | 摆球直径       | 50 个周期 |
|------|-------|------------|--------|
| 测量仪器 | 钢卷尺   | 游标卡尺       | 秒表     |
| 仪器误差 | 0.8mm | 0.02mm     | 0.01s  |
| 估计误差 | 0.5mm | 0.02mm     | 0.2s   |
| 误差分布 | 正态分布  | 均匀分布       | 正态分布   |
| C    | 3     | $\sqrt{3}$ | 3      |