

# 重力加速度单摆实验实验设计

核科学技术学院 PB22511902 王冬雪

由于摆球几何形状、摆的质量、空气浮力、摆角 ( $\theta < 5^\circ$ ) 对单摆周期  $T$  的修正都小于  $10^{-3}$ , 实验要求精度在此之内, 故可忽略, 取一级近似, 单摆周期公式为:

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

则重力加速度公式为:

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

根据最大不确定度合成公式:

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta T}{T}$$

实验要求  $\frac{\Delta g}{g} < 1\%$ , 则根据不确定度均分原理, 有:

$$\frac{\Delta L}{L} < 0.5\% \quad \frac{\Delta T}{T} < 0.25\%$$

实际摆长  $L = L_{\text{线}} + \frac{d}{2}$  ( $d$  为小球直径), 由于量程, 我们选用钢卷尺测量等效摆长, 因经济和钢卷尺覆盖游标卡尺精度, 我们不使用游标卡尺, 故

$$\Delta L = \Delta L_{\text{尺}}$$

由器材知,  $\Delta L_{\text{尺}} \approx 0.2\text{cm}$ , 代入得

$$L > 40\text{cm}$$

且  $L$  与  $\frac{\Delta L}{L}$  负相关,  $L$  越大, 精确度越高, 则增加摆长可以提高精确度。

又  $T = \frac{t}{n}$ , 即摆的周期为单位循环所需时间, 得

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta t}{t}$$

我们使用秒表测量  $t$ , 故

$$\Delta t = \Delta_{\text{秒}} + \Delta_{\text{人}}$$

代入  $\Delta_{\text{秒}} \approx 0.01\text{s}$ ,  $\Delta_{\text{人}} \approx 0.2\text{s}$ , 得

$$t > 84\text{s}$$

由于取  $L \approx 75\text{cm}$ ,  $g \approx 9.8\text{m/s}^2$ , 代入周期公式得  $T \approx 1.74\text{s}$ , 则

$$n_{\text{min}} = 49$$