单摆法测重力加速度

【Latex代码在下面，请向下翻阅】

钢卷尺的最大允差为0.2cm，游标卡尺的最大允差为0.002cm，秒表的最大允差为0.01s

钢卷尺和游标卡尺的估计误差为最小分度值的一半，分别为0.05cm和0.001cm

秒表的估计误差为0.2s

摆线长度l的平均值

摆线长度l的标准差

摆线长度l的B类不确定度

摆线长度l的展伸不确定度

摆球直径d的平均值

摆球直径d的标准差

摆球直径d的B类不确定度

摆球直径d的展伸不确定度

摆长L

摆长L的延伸不确定度

周期T的平均值

周期T的标准差

周期T的B类不确定度

周期T的展伸不确定度

重力加速度g

重力加速度g的延伸不确定度

重力加速度g最终结果

【Latex代码】

摆线长度l的平均值

$$  
\overline{l}=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}l\_i=\frac{70+70.05+70.03+70.2+70.05}{5}\,\mathrm{cm}=70.066\,\mathrm{cm}  
$$

摆线长度l的标准差

$$  
\begin{aligned}  
\sigma\_{l}&=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum\_{i=1}^n\left(l\_i-\overline{l}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\frac{(70-70.066)^2+(70.05-70.066)^2+(70.03-70.066)^2+(70.2-70.066)^2+(70.05-70.066)^2}{5-1}}\,\mathrm{cm}\\  
&=0.077653\,\mathrm{cm}  
\end{aligned}  
$$

摆线长度l的B类不确定度

$$  
\Delta\_{B,l}=\sqrt{\Delta\_\text{仪}^2+\Delta\_\text{估}^2}=\sqrt{0.2^2+0.05^2}\,\mathrm{cm}=0.20616\,\mathrm{cm}  
$$

摆线长度l的展伸不确定度

$$  
\begin{aligned}  
U\_{l,P}&=\sqrt{\left(t\_P\frac{\sigma\_{l}}{\sqrt{n}}\right)^2+\left(k\_P\frac{\Delta\_{B,l}}{C}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(2.78\times\frac{0.077653}{\sqrt{5}}\right)^2+\left(1.96\times\frac{0.20616}{3}\right)^2}\,\mathrm{cm}\\  
&=0.16571\,\mathrm{cm},P=0.95  
\end{aligned}  
$$

摆球直径d的平均值

$$  
\overline{d}=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}d\_i=\frac{0+0+0+0+0}{5}\,\mathrm{mm}=0\,\mathrm{mm}  
$$

摆球直径d的标准差

$$  
\begin{aligned}  
\sigma\_{d}&=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum\_{i=1}^n\left(d\_i-\overline{d}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\frac{(0-0)^2+(0-0)^2+(0-0)^2+(0-0)^2+(0-0)^2}{5-1}}\,\mathrm{mm}\\  
&=0\,\mathrm{mm}  
\end{aligned}  
$$

摆球直径d的B类不确定度

$$  
\Delta\_{B,d}=0.02\,\mathrm{mm}  
$$

摆球直径d的展伸不确定度

$$  
\begin{aligned}  
U\_{d,P}&=\sqrt{\left(t\_P\frac{\sigma\_{d}}{\sqrt{n}}\right)^2+\left(k\_P\frac{\Delta\_{B,d}}{C}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(2.78\times\frac{0}{\sqrt{5}}\right)^2+\left(1.96\times\frac{0.02}{\sqrt{3}}\right)^2}\,\mathrm{mm}\\  
&=0.022632\,\mathrm{mm},P=0.95  
\end{aligned}  
$$

摆长L

$$  
L=d + l=0+70.066\,\mathrm{cm}=70.066\,\mathrm{cm}  
$$

摆长L的延伸不确定度

$$  
\begin{aligned}  
U\_{L,P}&=\sqrt{\left(\frac{\partial L}{\partial l}U\_{l,P}\right)^2+\left(\frac{\partial L}{\partial d}U\_{d,P}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(1U\_{l,P}\right)^2+\left(1U\_{d,P}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(1\times 0.16571\right)^2+\left(1\times 0.0011316\right)^2}\,\mathrm{cm}\\  
&=0.16572\,\mathrm{cm},P=0.95  
\end{aligned}  
$$

周期T的平均值

$$  
\overline{T}=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}T\_i=\frac{1.6824+1.6782+1.6818+1.6806+1.6826}{5}\,\mathrm{s}=1.6811\,\mathrm{s}  
$$

周期T的标准差

$$  
\begin{aligned}  
\sigma\_{T}&=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum\_{i=1}^n\left(T\_i-\overline{T}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\frac{(1.6824-1.6811)^2+(1.6782-1.6811)^2+(1.6818-1.6811)^2+(1.6806-1.6811)^2+(1.6826-1.6811)^2}{5-1}}\,\mathrm{s}\\  
&=0.0018089\,\mathrm{s}  
\end{aligned}  
$$

周期T的B类不确定度

$$  
\Delta\_{B,T}=\sqrt{\Delta\_\text{仪}^2+\Delta\_\text{估}^2}=\sqrt{0.0002^2+0.004^2}\,\mathrm{s}=0.004005\,\mathrm{s}  
$$

周期T的展伸不确定度

$$  
\begin{aligned}  
U\_{T,P}&=\sqrt{\left(t\_P\frac{\sigma\_{T}}{\sqrt{n}}\right)^2+\left(k\_P\frac{\Delta\_{B,T}}{C}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(2.78\times\frac{0.0018089}{\sqrt{5}}\right)^2+\left(1.96\times\frac{0.004005}{3}\right)^2}\,\mathrm{s}\\  
&=3.4502 \times 10^{-3}\,\mathrm{s},P=0.95  
\end{aligned}  
$$

重力加速度g

$$  
g=\frac{4 \pi^{2} L}{T^{2}}=\frac{4\times \pi^2\times 0.70066}{1.6811^2}\,\mathrm{m/s^2}=9.7874\,\mathrm{m/s^2}  
$$

重力加速度g的延伸不确定度

$$  
\begin{aligned}  
U\_{g,P}&=\sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial L}U\_{L,P}\right)^2+\left(\frac{\partial g}{\partial T}U\_{T,P}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(\frac{4 \pi^{2}}{T^{2}}U\_{L,P}\right)^2+\left(- \frac{8 \pi^{2} L}{T^{3}}U\_{T,P}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(\frac{4\times \pi^2}{1.6811^2}\times 0.0016572\right)^2+\left(-\frac{8\times \pi^2\times 0.70066}{1.6811^3}\times 0.0034502\right)^2}\,\mathrm{m/s^2}\\  
&=0.046367\,\mathrm{m/s^2},P=0.95  
\end{aligned}  
$$

重力加速度g最终结果

$$  
g=\left(9.79 \pm 0.05\right)\,\mathrm{m/s^2}  
$$