落球法测定液体的粘度

【Latex代码在下面，请向下翻阅】

液面高度h的平均值

液面高度h的标准差

液面高度h的B类不确定度

液面高度h的展伸不确定度

匀速下降区l的平均值

匀速下降区l的标准差

匀速下降区l的B类不确定度

匀速下降区l的展伸不确定度

量筒直径D的平均值

量筒直径D的标准差

量筒直径D的B类不确定度

量筒直径D的展伸不确定度

小球直径d的平均值

小球直径d的标准差

小球直径d的B类不确定度

小球直径d的展伸不确定度

下落时间t的平均值

下落时间t的标准差

下落时间t的B类不确定度

下落时间t的展伸不确定度

小球下落速度

粘度的零级近似值

雷诺数

0.1<Re<0.5，进行一级修正：

粘度

【Latex代码】

液面高度h的平均值

$$  
\overline{h}=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}h\_i=\frac{41.4+41.4+41.5}{3}\,\mathrm{cm}=41.433\,\mathrm{cm}  
$$

液面高度h的标准差

$$  
\begin{aligned}  
\sigma\_{h}&=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum\_{i=1}^n\left(h\_i-\overline{h}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\frac{(41.4-41.433)^2+(41.4-41.433)^2+(41.5-41.433)^2}{3-1}}\,\mathrm{cm}\\  
&=0.057735\,\mathrm{cm}  
\end{aligned}  
$$

液面高度h的B类不确定度

$$  
\Delta\_{B,h}=\sqrt{\Delta\_\text{仪}^2+\Delta\_\text{估}^2}=\sqrt{0.02^2+0.05^2}\,\mathrm{cm}=0.053852\,\mathrm{cm}  
$$

液面高度h的展伸不确定度

$$  
\begin{aligned}  
U\_{h,P}&=\sqrt{\left(t\_P\frac{\sigma\_{h}}{\sqrt{n}}\right)^2+\left(k\_P\frac{\Delta\_{B,h}}{C}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(4.3\times\frac{0.057735}{\sqrt{3}}\right)^2+\left(1.96\times\frac{0.053852}{3}\right)^2}\,\mathrm{cm}\\  
&=0.14759\,\mathrm{cm},P=0.95  
\end{aligned}  
$$

匀速下降区l的平均值

$$  
\overline{l}=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}l\_i=\frac{16.5+16.5+16.5}{3}\,\mathrm{cm}=16.5\,\mathrm{cm}  
$$

匀速下降区l的标准差

$$  
\begin{aligned}  
\sigma\_{l}&=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum\_{i=1}^n\left(l\_i-\overline{l}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\frac{(16.5-16.5)^2+(16.5-16.5)^2+(16.5-16.5)^2}{3-1}}\,\mathrm{cm}\\  
&=0\,\mathrm{cm}  
\end{aligned}  
$$

匀速下降区l的B类不确定度

$$  
\Delta\_{B,l}=\sqrt{\Delta\_\text{仪}^2+\Delta\_\text{估}^2}=\sqrt{0.02^2+0.05^2}\,\mathrm{cm}=0.053852\,\mathrm{cm}  
$$

匀速下降区l的展伸不确定度

$$  
\begin{aligned}  
U\_{l,P}&=\sqrt{\left(t\_P\frac{\sigma\_{l}}{\sqrt{n}}\right)^2+\left(k\_P\frac{\Delta\_{B,l}}{C}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(4.3\times\frac{0}{\sqrt{3}}\right)^2+\left(1.96\times\frac{0.053852}{3}\right)^2}\,\mathrm{cm}\\  
&=0.035183\,\mathrm{cm},P=0.95  
\end{aligned}  
$$

量筒直径D的平均值

$$  
\overline{D}=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}D\_i=\frac{8.1+8.1+8.1}{3}\,\mathrm{mm}=8.1\,\mathrm{mm}  
$$

量筒直径D的标准差

$$  
\begin{aligned}  
\sigma\_{D}&=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum\_{i=1}^n\left(D\_i-\overline{D}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\frac{(8.1-8.1)^2+(8.1-8.1)^2+(8.1-8.1)^2}{3-1}}\,\mathrm{mm}\\  
&=0\,\mathrm{mm}  
\end{aligned}  
$$

量筒直径D的B类不确定度

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

量筒直径D的展伸不确定度

$$  
\begin{aligned}  
U\_{D,P}&=\sqrt{\left(t\_P\frac{\sigma\_{D}}{\sqrt{n}}\right)^2+\left(k\_P\frac{\Delta\_{B,D}}{C}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(4.3\times\frac{0}{\sqrt{3}}\right)^2+\left(1.96\times\frac{0.02}{\sqrt{3}}\right)^2}\,\mathrm{mm}\\  
&=0.022632\,\mathrm{mm},P=0.95  
\end{aligned}  
$$

小球直径d的平均值

$$  
\overline{d}=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}d\_i=\frac{3.009+3.002+2.997+3+3.009+2.998}{6}\,\mathrm{mm}=3.0025\,\mathrm{mm}  
$$

小球直径d的标准差

$$  
\begin{aligned}  
\sigma\_{d}&=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum\_{i=1}^n\left(d\_i-\overline{d}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\frac{(3.009-3.0025)^2+(3.002-3.0025)^2+(2.997-3.0025)^2+(3-3.0025)^2+(3.009-3.0025)^2+(2.998-3.0025)^2}{6-1}}\,\mathrm{mm}\\  
&=0.0053198\,\mathrm{mm}  
\end{aligned}  
$$

小球直径d的B类不确定度

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

小球直径d的展伸不确定度

$$  
\begin{aligned}  
U\_{d,P}&=\sqrt{\left(t\_P\frac{\sigma\_{d}}{\sqrt{n}}\right)^2+\left(k\_P\frac{\Delta\_{B,d}}{C}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(2.57\times\frac{0.0053198}{\sqrt{6}}\right)^2+\left(1.96\times\frac{0.02}{\sqrt{3}}\right)^2}\,\mathrm{mm}\\  
&=0.02331\,\mathrm{mm},P=0.95  
\end{aligned}  
$$

下落时间t的平均值

$$  
\overline{t}=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}t\_i=\frac{5.45+5.33+5.57+5.34+5.49+5.42}{6}\,\mathrm{s}=5.4333\,\mathrm{s}  
$$

下落时间t的标准差

$$  
\begin{aligned}  
\sigma\_{t}&=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum\_{i=1}^n\left(t\_i-\overline{t}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\frac{(5.45-5.4333)^2+(5.33-5.4333)^2+(5.57-5.4333)^2+(5.34-5.4333)^2+(5.49-5.4333)^2+(5.42-5.4333)^2}{6-1}}\,\mathrm{s}\\  
&=0.09136\,\mathrm{s}  
\end{aligned}  
$$

下落时间t的B类不确定度

$$  
\Delta\_{B,t}=\sqrt{\Delta\_\text{仪}^2+\Delta\_\text{估}^2}=\sqrt{0.01^2+0.2^2}\,\mathrm{s}=0.20025\,\mathrm{s}  
$$

下落时间t的展伸不确定度

$$  
\begin{aligned}  
U\_{t,P}&=\sqrt{\left(t\_P\frac{\sigma\_{t}}{\sqrt{n}}\right)^2+\left(k\_P\frac{\Delta\_{B,t}}{C}\right)^2}\\  
&=\sqrt{\left(2.57\times\frac{0.09136}{\sqrt{6}}\right)^2+\left(1.96\times\frac{0.20025}{3}\right)^2}\,\mathrm{s}\\  
&=0.16219\,\mathrm{s},P=0.95  
\end{aligned}  
$$

小球下落速度

$$  
v=\frac{l}{t}=\frac{0.165}{5.4333}\,\mathrm{m/s}=0.030368\,\mathrm{m/s}  
$$

粘度的零级近似值

$$  
\eta\_{0}=\frac{d^{2} g \left(\frac{\rho}{18} - \frac{\rho\_{0}}{18}\right)}{v \left(1 + \frac{2.4 d}{D}\right) \left(\frac{1.65 d}{h} + 1\right)}=0.59149\,\mathrm{Pa·s}  
$$

雷诺数

$$  
Re=\frac{d \rho\_{0} v}{\eta\_{0}}=0.14829\,\mathrm{}  
$$

0.1<Re<0.5，进行一级修正：

粘度

$$  
\eta\_{1}=- \frac{3 d \rho\_{0} v}{16} + \eta\_{0}=0.57505\,\mathrm{Pa·s}  
$$