

使用说明书：

红色：公式页面显示公式

绿色：计算使用的中间公式

蓝色：需要输入的数据

紫色：最终输出的结果

混入的其它颜色可能只是为了提醒用的

对于前端，给出了 MathJax 格式的都是要显示的

麻烦程序员巨巨了!!!

基础公式（参考用）

$$\text{标准差}\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$A \text{ 类标准不确定度 } u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\Delta_{\text{equi}} = \frac{\text{equi level}}{100} \times \text{range}$$

$$\Delta_{\text{equi}} = \frac{\text{equi level}}{100} \times \text{range}$$

$$u_{\text{equi}} = k_p \frac{\Delta_{\text{equi}}}{C} \quad (\text{一般取 } C = \sqrt{3})$$

$$u_{\text{equi}} = k_p \frac{\Delta_{\text{equi}}}{C}$$

$$u_B = \sqrt{u_{\text{equi}}^2 + u_{\text{predict}}^2}$$

$$u_B = \sqrt{u_{\text{equi}}^2 + u_{\text{predict}}^2}$$

$$\text{标准不确定度 } u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

$$u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

$$U_{0.95} = \sqrt{(t_p u_A)^2 + u_B^2}$$

$$\sqrt{U_{0.95}} = \sqrt{t_p \{u_A\}^2 + \{u_B\}^2}$$

$$\text{间接测量不确定度 } U^2(y) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u_c^2(x_i)$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u_c^2(x_i)}$$

最小二乘法：

$$y=a+bx$$

$$[y = a + bx]$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$[a = \bar{y} - b\bar{x}]$$

$$b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}$$

$$[b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}]$$

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{(\overline{x^2} - \bar{x}^2)(\overline{y^2} - \bar{y}^2)}}$$

$$[r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{(\overline{x^2} - \bar{x}^2)(\overline{y^2} - \bar{y}^2)}}]$$

1、 密立根油滴

10 组数据

输入物理量：U（电压值）、 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、 t_5 （油滴运动时间）

$$q = \frac{18\pi}{\sqrt{2\rho g}} \left[\frac{\eta l}{t_g(1 + \frac{b}{pa})} \right]^{\frac{3}{2}} \frac{d}{U}$$

$$[q = \frac{18\pi}{\sqrt{2\rho g}} \left[\frac{\eta l}{t_g(1 + \frac{b}{pa})} \right]^{\frac{3}{2}} \frac{d}{U}]$$

$$\overline{t_g} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$$

$$\overline{\{\{\rm t\}_{\rm g}\}} = \frac{\{\{\rm t\}_1\} + \{\{\rm t\}_2\} + \{\{\rm t\}_3\} + \{\{\rm t\}_4\} + \{\{\rm t\}_5\}}{5}$$

$$\rho = 981 \text{kg/m}^3 \quad g = 9.795 \quad \eta = 1.83 \times 10^{-5}$$

$$l = 0.0015 \quad b = 6.17 \times 10^{-6} \quad p = 76.0$$

$$d = 5.00 \times 10^{-3}$$

$$n = \left[\left(\frac{q}{e} \right) \right] \quad (\text{取整函数，四舍五入？看能否实现})$$

$$\{\{\rm n\}\} = \left[\left\{ \left(\frac{\{\rm q\}}{\{\rm e\}} \right) \right\} \right]$$

$$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$$

$$U_r = \left| \frac{e_0 - e}{e} \right| \times 100\% \quad (e_0 \text{ 即 } e \text{ 测，通过 } q-n \text{ 最小二乘法求斜率 } b \text{ 得到})$$

$$\{\{\rm U\}_{\rm r}\} = \left| \frac{\{\rm e\}_0 - \{\rm e\}}{\{\rm e\}} \right| \times 100\%$$

(最终结果显示为每一组的 q 、 t_g 、 n 、以及最后的 U_r)

2、示波器的使用

输入物理量：

a、 D （垂直偏转系数）、 y （cm）、 S （时基偏转系数）、 x （cm）、 f （频率）

b、 N_x 、 N_y 、 f_x

c、 N （周期数）、 f_x

正弦信号电压与周期测量（1组数据）

$$U_{p-p} = D \cdot y$$

$$\{({\rm U})_{\rm p} - {\rm p}\} = {\rm D} \cdot {\rm y}$$

$$T = S \cdot x$$

$$\{({\rm T}) = {\rm S} \cdot {\rm x}\}$$

$$E_r(u) = \left| \frac{U_{p-p} - V_{p-p}}{V_{p-p}} \right| \times 100\%$$

$$\{({\rm E})_{\rm r}\}({\rm u}) = \left| \frac{\{({\rm U})_{\rm p} - {\rm p}\} - \{({\rm V})_{\rm p} - {\rm p}\}}{\{({\rm V})_{\rm p} - {\rm p}\}} \right| \times 100\%$$

$$E_r(T) = \left| \frac{T - \frac{1}{\bar{f}}}{\frac{1}{\bar{f}}} \right| \times 100\%$$

$$\{({\rm E})_{\rm r}\}({\rm T}) = \left| \frac{\{({\rm T}) - \frac{1}{\bar{f}}\}}{\frac{1}{\bar{f}}} \right| \times 100\%$$

(最终结果显示为 Upp、T、Er(u)、Er(T))

$$\frac{N_x}{N_y} = \frac{T_x}{T_y} = \frac{f_y}{f_x}$$

李萨如图（4组）：

$$f_y = \frac{N_x}{N_y} f_x$$

$$\bar{f}_y = \frac{f_{y1} + f_{y2} + f_{y3} + f_{y4}}{4}$$

$$\overline{\{({\rm f})_{\rm y}\}} = \frac{\{({\rm f})_{\rm y}1\} + \{({\rm f})_{\rm y}2\} + \{({\rm f})_{\rm y}3\} + \{({\rm f})_{\rm y}4\}}{4}$$

x-y（3组）：

$$f_y = N \cdot f_x$$

$$\bar{f}_y = \frac{f_{y1} + f_{y2} + f_{y3}}{3}$$

$$\overline{\{f_y\}} = \frac{\{f_y\}_1 + \{f_y\}_2 + \{f_y\}_3}{3}$$

(最终结果显示为 f_y 平均值 (两个))

3、 伏安特性

输入物理量:

标注输入为数值而非格数

a、U、I 10 组

b、U、I 15 组

c、U、I 15 组

挑选其中一组进行不确定度计算

最小二乘法所出斜率 k , 取倒数为 R

$$R = \frac{1}{k}$$

$$\{R\} = \frac{1}{\{k\}}$$

$$U_r = \sqrt{\left(\frac{U_a}{U}\right)^2 + \left(\frac{U_b}{I}\right)^2} \quad (U_a \text{ 为电压表不确定度、} U_b \text{ 为电流表不确定度})$$

$$\{U_r\} = \sqrt{\left\{\left(\frac{\{U\}_a}{\{U\}}\right)^2 + \left(\frac{\{U\}_b}{\{I\}}\right)^2\right\}}$$

$$U_{\text{电压表}} = 1.25 \times 10^{-2} \text{V}$$

$$U_{\text{电流表}} = 0.15 \text{mA}$$

取 $U_{ce} = 3.5 \text{V}$ 的一组数据进行计算

$$\bar{\beta} = \frac{1}{3} (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3)$$

$$\bar{\beta} = \frac{1}{3} (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3)$$

$$\beta_1 = \frac{\Delta I_{c1}}{60-40}$$

$$\beta_2 = \frac{\Delta I_{c2}}{80-60}$$

$$\beta_3 = \frac{\Delta I_{c3}}{80-60}$$

(ΔI 取最后一个 I 的差值，例如对于 β_1 中 ΔI 为对应的 60 与 40 对应最后稳定下来的 I 的差值)

(最终结果显示为 R、Ur、 β ，注意有两组都是测电阻，所以要呈现两个 R、Ur)

4、分光计的调整与折射率的测定

测量顶角 A (选做) (不提供数据):

(1) 自准直法:

$$\theta = \frac{1}{2} (|\theta_2' - \theta_1'| + |\theta_2 - \theta_1|)$$

$$\theta = \frac{1}{2} (|\theta_2' - \theta_1'| + |\theta_2 - \theta_1|)$$

$$A = 180^\circ - \theta$$

(2) 反射法:

$$A = \frac{1}{4} (|\theta_2' - \theta_1'| + |\theta_2 - \theta_1|)$$

$$A = \frac{1}{4} (|\theta_2' - \theta_1'| + |\theta_2 - \theta_1|)$$

$$(\theta_1)_{\text{right}})$$

(若选做，结果显示为 A)

$$\delta_{\min} = \frac{1}{2}(|\varphi_{\text{left}} - \varphi_{\text{left}0}| + |\varphi_{\text{right}} - \varphi_{\text{right}0}|)$$

$$\begin{aligned} (\delta_{\min}) &= \frac{1}{2} \left(|\varphi_{\text{left}} - \varphi_{\text{left}0}| + |\varphi_{\text{right}} - \varphi_{\text{right}0}| \right) \\ &= \frac{1}{2} \left(|\varphi_{\text{left}} - \varphi_{\text{left}0}| + |\varphi_{\text{right}} - \varphi_{\text{right}0}| \right) \end{aligned}$$

$$\overline{\delta_{\min}} = \frac{1}{5}(\delta_{\min 1} + \delta_{\min 2} + \delta_{\min 3} + \delta_{\min 4} + \delta_{\min 5})$$

测量折射率 n:

输入物理量 (5 组数据): $\varphi_{\text{左}}$ 、 $\varphi_{\text{左}0}$ 、 $\varphi_{\text{右}}$ 、 $\varphi_{\text{右}0}$

$$n = \frac{\sin[\frac{A + \overline{\delta_{\min}}}{2}]}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$n = \frac{\sin \left[\frac{A}{2} + \overline{\delta_{\min}} \right]}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$u_n = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\cot \frac{A}{2} - \cot \left(\frac{A + \overline{\delta_{\min}}}{2} \right) \right)^2 u_A^2 + \left(\cos \frac{A + \overline{\delta_{\min}}}{2} \right)^2 u^2(\delta_{\min})}$$

$$\begin{aligned} (u_n) &= \frac{1}{2} \sqrt{\left(\cot \frac{A}{2} - \cot \left(\frac{A}{2} + \overline{\delta_{\min}} \right) \right)^2 u_A^2 + \left(\cos \left(\frac{A}{2} + \overline{\delta_{\min}} \right) \right)^2 u^2(\delta_{\min})} \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{\left(\cot \frac{A}{2} - \cot \left(\frac{A}{2} + \overline{\delta_{\min}} \right) \right)^2 u_A^2 + \left(\cos \left(\frac{A}{2} + \overline{\delta_{\min}} \right) \right)^2 u^2(\delta_{\min})} \end{aligned}$$

$$U_{A1} = t_p u_A = 1.14 \cdot \frac{\sigma_1}{\sqrt{5}}$$

$$\{\{\rm{U}}_{\rm{A}}\}_1 = \{\{\rm{t}}_{\rm{p}}\}\{\{\rm{u}}_{\rm{A}}\}\} = 1.14 \cdot \frac{\{\{\{\rm{\sigma}}_1\}\}\{\{\sqrt{5}\}\}}{\}$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (l_i - \bar{l})^2}{5-1}}$$

$$u_{\text{仪}} = 0.029\text{cm}$$

$$U_{B1} = \sqrt{u_{\text{equi}}^2 + u_{\text{predict}}^2} \approx u_{\text{equi}} = 0.029\text{cm}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{\{\rm{u}}_{\{\rm{B}\}1}} &= \sqrt{\{\rm{u}}_{\{\rm{equi}\}}}^2 + \{\rm{u}}_{\{\rm{predict}\}}}^2 \quad \approx \{\rm{u}}_{\{\rm{equi}\}}} = \\ &0.029\{\rm{cm}\}) \end{aligned}$$

$$U_1 = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{B1}^2}$$

$$\sqrt{\{\rm U\}_{\rm I}^2} = \sqrt{\{\rm U\}_{\rm A1}^2 + \{\rm U\}_{\rm B1}^2}$$

对于 d 同理

$$U_{A2} = t_p u_A = 1.14 \cdot \frac{\sigma_2}{\sqrt{5}}$$

$$\sqrt{\frac{\sigma^2}{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \approx 0.4472$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (d_i - \bar{d})^2}{5-1}}$$

$$U_{B2} = \sqrt{u_{\text{equi}}^2 + u_{\text{predict}}^2} \approx u_{\text{equi}} = 0.00058$$

$$\sqrt{\{\rm{U}}_{\{\rm{B}}\}^2} = \sqrt{\{\rm{u}}_{\{\rm{equi}}\}}^2 + \{\rm{u}}_{\{\rm{predict}}\}}^2 \approx \{\rm{u}}_{\{\rm{equi}}\}} = 0.00058\backslash$$

$$U_d = \sqrt{U_{A2}^2 + U_{B2}^2}$$

$$\backslash(\{\rm{U}}_{\rm{d}} = \sqrt{\{\rm{U}}_{\rm{A}2}\}^2 + \{\rm{U}}_{\rm{B}2}\}^2 \backslash)$$

对于 T 而言

$$T = \frac{\overline{60T}}{60}$$

$$\sigma_3 = \sqrt{\sum_{i=1}^5 \frac{(60T_i - \overline{60T})^2}{5-1}}$$

$$U_{A3} = t_p u_A = 1.14 \cdot \frac{\sigma_3}{\sqrt{5}}$$

$$\backslash(\{\rm{U}}_{\rm{A}3} = \{\rm{t}\}_{\rm{p}}\{\rm{u}\}_{\rm{A}} = 1.14 \cdot \frac{\{\rm{\sigma}\}_{\rm{3}}}{\{\rm{sqrt}\}\rm{5}} \backslash)$$

$$U_{B3} = \sqrt{u_{\text{equi}}^2 + u_{\text{predict}}^2} \approx u_{\text{equi}} = 0.2$$

$$\backslash(\{\rm{U}}_{\rm{B}3} = \sqrt{\{\rm{u}\}_{\rm{equi}}\}^2 + \{\rm{u}\}_{\rm{predict}}\}^2 \approx \{\rm{u}\}_{\rm{equi}}\} = 0.2 \backslash)$$

$$U_T = \frac{1}{60} U_{60T} = \frac{1}{60} \sqrt{U_{A3}^2 + U_{B3}^2}$$

$$\backslash(\{\rm{U}}_{\rm{T}} = \frac{1}{60} \{\rm{U}}_{60\rm{T}} = \frac{1}{60} \sqrt{\{\rm{U}}_{\rm{A}3}\}^2 + \{\rm{U}}_{\rm{B}3}\}^2 \backslash)$$

(最终结果显示为 g、UL、UA1、UB1、UI、UA2、UB2、Ud、UA3、

UB3、UT 和 Ug)

$$G_{12} = \frac{128\pi LM(d_2^2 - d_1^2)}{D^4(T_2^2 - T_1^2)}$$

$$G_{13} = \frac{128\pi LM(d_3^2 - d_1^2)}{D^4(T_3^2 - T_1^2)}$$

$$G_{23} = \frac{128\pi LM(d_3^2 - d_2^2)}{D^4(T_3^2 - T_2^2)}$$

$$\bar{G} = \frac{G_{12} + G_{13} + G_{23}}{3}$$

$$\overline{G} = \frac{G_{12} + G_{13} + G_{23}}{3}$$

$$U_r = \frac{\bar{G} - G}{G}$$

$$U_r = \frac{\bar{G} - G}{G}$$

(最终结果显示为 G 和不确定度 U_r)

6、超声声速测量（画图）

12 组数据逐差法计算

所需物理量：2 组各 12 个 l

$$\begin{aligned} \bar{\Delta l} &= \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \Delta l_i \\ &= \frac{1}{6} \sum [(l_7 + l_8 + l_9 + l_{10} + l_{11} + l_{12}) \\ &\quad - (l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6)] \end{aligned}$$

$$v_1 = 2\bar{\Delta l}f \quad (v_1 \text{ 即为 } v \text{ 实})$$

$$v_1 = 2\bar{\Delta l}f$$

$$v_2 = v_0 \sqrt{1 + \frac{t_0}{T}} \quad (v_2 \text{ 即为 } v \text{ 理})$$

$$v_2 = v_0 \sqrt{1 + \frac{t_0}{T}}$$

$$v_0 = 331.45 \quad T_0 = 273.15 \text{K}$$

对于相位法而言：

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2}{6 \times 5}}$$

$$\begin{aligned} u_A &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2}{6 \times 5}} \\ &= \sqrt{\frac{1^6 \{(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2\}}{6 \times 5}} \end{aligned}$$

$$u_B = u_{\text{equi}} = 0.01$$

$$u_B = u_{\text{equi}} = 0.01$$

$$U_{0.95} = \sqrt{(t_p u_A)^2 + u_B^2}$$

$$\begin{aligned} U_{0.95} &= \sqrt{(t_p u_A)^2 + u_B^2} \\ &= \sqrt{\left((t_p u_A)^2 + u_B^2 \right)} \end{aligned}$$

$$t_p = 1.07$$

$$U_v = 2fU_{0.95}$$

$$U_v = 2fU_{0.95}$$

(最终结果显示为 $v_{\text{实}}$ 、 $v_{\text{理}}$ 、 u_A 、 u_B 、 $U_{0.95}$ 、 U_v)

7、稳态法测固体的导热系数

至少测量 20 组 T-t 数据之后逐差法

对于 B、C 的物理量各测 5 组求平均值

所需物理量：

B 盘厚度 h_B 与直径 R_B 、C 盘厚度 h_C 与直径 R_C 与质量 m_C 、每隔 30s 记录的温度 T

$$\bar{h}_B = \frac{h_{B1} + h_{B2} + h_{B3} + h_{B4} + h_{B5}}{5}$$

$$\overline{h_C} = \frac{h_{C1}+h_{C2}+h_{C3}+h_{C4}+h_{C5}}{5}$$

$$\overline{R_B} = \frac{R_{B1}+R_{B2}+R_{B3}+R_{B4}+R_{B5}}{5}$$

$$\overline{R_C} = \frac{R_{C1}+R_{C2}+R_{C3}+R_{C4}+R_{C5}}{5}$$

$$\Delta T_1 = T_{11} - T_1$$

$$\Delta T_2 = T_{12} - T_2$$

...

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \Delta T_i / 10}{10 \times 30}$$

$$\left(\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{\mathop{\sum \nolimits_{i=1}^{10} \Delta T_i / 10}}{10 \times 30} \right)$$

$$\lambda = \frac{mch_B(\overline{R_C} + 2\overline{h_C})}{2\pi R_B^2(T_1 - T_2)(\overline{R_C} + \overline{h_C})} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

$$\left(\lambda = \frac{mc h_B \left(\overline{R_C} + 2\overline{h_C} \right)}{2\pi R_B^2 \left(T_1 - T_2 \right) \left(\overline{R_C} + \overline{h_C} \right)} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t} \right)$$

不确定度：

$$\overline{\Delta T} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \Delta T_i}{10}$$

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta T_i - \overline{\Delta T})^2}{10 \times 9}}$$

$$\left(u_A = \sqrt{\frac{\mathop{\sum \nolimits_{i=1}^{10} \left(\Delta T_i - \overline{\Delta T} \right)^2}}{10 \times 9}} \right)$$

$$p = 0.68 \quad t_p = 1.06$$

$$U_A = t_p \times u_A$$

$$\{U_A\} = \{t_p\} \times \{u_A\}$$

$$U_B = k_p \frac{\Delta_{\text{equi}}}{c} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058$$

$$\{U_B\} = \{k_p\} \frac{\{\Delta \text{equi}\}}{\{C\}} = \frac{\{0.1\}}{\{\sqrt{3}\}} = 0.058$$

$$U_T = \sqrt{U_A^2 + U_B^2}$$

$$\{U_T\} = \sqrt{\{U_A\}^2 + \{U_B\}^2}$$

$$U_t = u_{B(t)} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058$$

$$\{U_t\} = \{u_{B(t)}\} = \frac{\{0.1\}}{\{\sqrt{3}\}} = 0.058$$

$$\frac{U(\frac{T}{t})}{\frac{T}{t}} = \sqrt{\frac{U_T^2}{T^2} + \frac{U_t^2}{t^2}}$$

$$\left\{ \frac{U_{\left(\frac{T}{t} \right)}}{\frac{T}{t}} \right\} = \sqrt{\frac{\{U_T\}^2}{\{T\}^2} + \frac{\{U_t\}^2}{\{t\}^2}}$$

$$t=180s$$

$$U_{\lambda} = \frac{mch_B(\overline{R_C}+2\overline{h_C})}{2\pi R_B^2(T_1-T_2)(\overline{R_C}+\overline{h_C})} \cdot U_{\left(\frac{T}{t}\right)}$$

$$\{U_{\lambda}\} = \frac{\{mc\{h_B\}\left(\overline{\{R_C\}} + 2\overline{\{h_C\}} \right)\}}{2\pi \{R_B\}^2\left(\{T_1\} - \{T_2\} \right)\left(\overline{\{R_C\}} + \overline{\{h_C\}} \right)} \cdot \{U_{\left(\frac{T}{t} \right)}\}$$

(最终结果显示为 λ 、 $\Delta T/\Delta t$ 、 u_A 、 U_A 、 U_B 、 U_T 、 U_t 、 U_T/t 、 U_{λ})

8、液体表面张力

力敏传感器定标：

8 组+6 组实验数据

所需物理量：

砝码质量 m （单位 g ）、递增电压 U_1 、递减电压 U_2 、破膜前电压 U_1 、破膜后电压 U_2 （注意与之前的区分开来）

8 组数据线性拟合（最小二乘法） 求出 k ， B 与相关系数 r

$$U = kF + b$$

$$F = mg \times 10^{-3} \quad \text{电压平均值 } U = \frac{U_1 + U_2}{2}$$

破膜前 U_1 破膜后 U_2 各 6 组数据

$$\Delta U = \frac{\sum_{i=1}^6 (U_{1i} - U_{2i})}{6}$$

$$\Delta U = \frac{\sum_{i=1}^6 (U_{1i} - U_{2i})}{6}$$

表面张力系数

$$\sigma = \frac{\Delta U}{\pi(D_1 + D_2)k}$$

$$\sigma = \frac{\Delta U}{\pi(D_1 + D_2)k}$$

相对不确定度

$$U_r = \frac{|\sigma - \sigma_0|}{\sigma_0} \times 100\%$$

$$U_r = \frac{|\sigma - \sigma_0|}{\sigma_0} \times 100\%$$

$$\sigma_{\text{公}} = 72.28 \text{ (即 } \sigma_0 \text{)}$$

(最终结果显示为 k 、 b 、 r 、 σ 、 ΔU 、 U_r)

毛细管法：

高度 h 5 组 内径 d 5 组

所需物理量：毛细管水面下沿高 h_1 、烧杯水面下沿 h_2 、毛细管上内侧 d_1 、毛细管下内侧 d_2

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^4 (h_{1i} - h_{2i})}{4}$$

$$(\bar{h} = \frac{\mathop{\sum \nolimits}_{i = 1}^4 (h_{1_i} - h_{2_i})}{4})$$

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^5 (d_{1i} - d_{2i})}{5}$$

$$(\bar{d} = \frac{\mathop{\sum \nolimits}_{i = 1}^5 \left(d_{1_i} - d_{2_i} \right)}{5})$$

$$\rho = 997.638 \quad g = 9.79338$$

表面张力系数

$$\sigma = \frac{1}{4} \rho g d (\bar{h} + \frac{\bar{d}}{4})$$

$$(\sigma = \frac{1}{4} \rho g d \left(\bar{h} + \frac{\bar{d}}{4} \right))$$

相对不确定度

$$U_r = \frac{|\sigma - \sigma_0|}{\sigma_0} \times 100\%$$

$$({U_r} = \frac{\left| \sigma - {\sigma _0} \right|}{{{\sigma _0}}} \times 100\%)$$

$$\sigma_{\text{公}} = 72.28 \quad (\text{即} \sigma_0)$$

(最终结果显示为 \bar{h} 平均、 \bar{d} 平均、 σ 、 U_r)

9、刚体的转动惯量的测量

列表计算转动惯量理论值

D、 h 各测量 3 组数据

所需物理量：圆柱 D，h，m、圆筒 D1，D2，h，m、滑块 1D1，
D2，h，m、滑块 2D1，D2，h，m、细杆 l，m、球半径 r，m

这么多个 I 要计算，不见所有的 I 公式都显示出来公式显示页面
显示这个公式：

$$I = \sum m_i r_i^2$$

$$I = \sum m_i r_i^2$$

$$\bar{D} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3}$$

$$I_{\text{yuanzhu}} = \frac{1}{8} M \bar{D}^2$$

$$I_{\text{yuanzhu}} = \frac{1}{8} M \bar{D}^2$$

$$I_{\text{yuantong}} = \frac{1}{8} M (\bar{D}_1^2 + \bar{D}_2^2)$$

$$I_{\text{yuantong}} = \frac{1}{8} M (\bar{D}_1^2 + \bar{D}_2^2)$$

$$I_{\text{huakuai1}} = \frac{1}{16} M (\bar{D}_1^2 + \bar{D}_2^2) + \frac{1}{12} M \bar{h}^2$$

$$I_{\text{huakuai1}} = \frac{1}{16} M (\bar{D}_1^2 + \bar{D}_2^2) + \frac{1}{12} M \bar{h}^2$$

$$I_{\text{huakuai2}} = \frac{1}{16} M (\bar{D}_1^2 + \bar{D}_2^2) + \frac{1}{12} M \bar{h}^2$$

$$I_{\text{huakuai2}} = \frac{1}{16} M (\bar{D}_1^2 + \bar{D}_2^2) + \frac{1}{12} M \bar{h}^2$$

$$I_{\text{gan}} = \frac{1}{12} M \bar{l}^2$$

$$I_{\text{gan}} = \frac{1}{12} M \bar{l}^2$$

$$I_{\text{qiu}} = \frac{1}{10} M \bar{D}^2$$

$$I_{\text{qiu}} = \frac{1}{10} M \bar{D}^2$$

(最终结果显示为各个 I)

测量 T 与 T0 计算 K 各 3 组数据

所需物理量：5T0 与 5T

$$\overline{T_0} = \frac{T_{01} + T_{02} + T_{03}}{3}$$

$$\overline{T_0} = \frac{T_{01} + T_{02} + T_{03}}{3}$$

$$\overline{T} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$$

$$\overline{T} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$$

$$K = 4\pi^2 \frac{I_{\text{column}}}{T^2 - T_0^2}$$

$$K = 4\pi^2 \frac{I_{\text{column}}}{T^2 - T_0^2}$$

(最终结果显示为 T0 平均值、T 平均值、K)

计算各物体转动惯量的百分误差

测量 5T 求出 T 平均值 3 组数据

所需物理量：载物盘、圆柱+盘、圆筒+盘、球、细杆

$$I_{\text{panreal}} = \frac{kT_0^2}{4\pi^2}$$

$$I_{\text{panreal}} = \frac{kT_0^2}{4\pi^2}$$

$$I_{\text{tongreal}} = \frac{K(T^2 - T_0^2)}{4\pi^2}$$

$$I_{\text{tongreal}} = \frac{K(T^2 - T_0^2)}{4\pi^2}$$

$$I_{\text{giureal}} = \frac{kT^2}{4\pi^2}$$

$$I_{\text{giureal}} = \frac{kT^2}{4\pi^2}$$

$$I_{\text{ganreal}} = \frac{kT^2}{4\pi^2}$$

$$I_{\text{ganreal}} = \frac{kT^2}{4\pi^2}$$

百分误差

$$U_r = \frac{|I_{\text{measure}} - I_{\text{real}}|}{I_{\text{real}}} \times 100\%$$

$$\left(U_r = \frac{|\{I_{\text{measure}}\} - \{I_{\text{real}}\}|}{\{I_{\text{real}}\}} \times 100\% \right)$$

(最终结果显示为各个 I 及对应的 Ur)

验证平行轴定理

所需物理量: d, 5T

5 组数据分别进行如下运算

$$I_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{KT^2}{4\pi^2} - I_0 \right)$$

$$\left(\{I_1\} = \frac{1}{2} \left(\frac{K\{T^2\}}{4\pi^2} - \{I_0\} \right) \right)$$

$$I_0 = I_{\text{杆}}$$

$$I_d = I_c + md^2$$

$$\left(\{I_d\} = \{I_c\} + m\{d^2\} \right)$$

$$I_c = I_{\text{滑}}$$

$$U_r = \left| \frac{I_1 - I_d}{I_d} \right| \times 100\%$$

$$\left(U_r = \left| \frac{\{I_1\} - \{I_d\}}{\{I_d\}} \right| \times 100\% \right)$$

(最终结果显示为 I1、Id、Ur)

10、电路暂态过程

RC 串联电路

所需物理量: 方波频率 f、(方波幅度 E)、电源内阻 r、电容量 C、

电阻箱 R、半衰期 t0

$$\tau_{\text{measure}} = \frac{t_0}{\ln 2}$$

$$\tau_{\text{measure}} = \frac{t_0}{\ln 2}$$

$$\tau_{\text{ideal}} = (R + r)C$$

$$\tau_{\text{ideal}} = R + rC$$

$$E_r(\tau) = \frac{|\tau_{\text{measure}} - \tau_{\text{ideal}}|}{\tau_{\text{ideal}}} \times 100\%$$

$$E_r(\tau) = \frac{|\tau_{\text{measure}} - \tau_{\text{ideal}}|}{\tau_{\text{ideal}}} \times 100\%$$

(最终结果显示为 $\tau_{\text{测}}$ 、 $\tau_{\text{理}}$ 与 E_r)

RCL 串联电路

所需物理量：方波频率 f 、(方波幅度 E)、电源内阻 r 、电容量 C 、电感量 L 、3 周期时 t_3 、临界电阻箱 R

$$T'_{\text{measure}} = \frac{t_3}{3}$$

$$T'_{\text{measure}} = \frac{t_3}{3}$$

$$T'_{\text{ideal}} = \frac{2\pi\sqrt{LC}}{\sqrt{1 - \frac{(R+r)^2 C}{4L}}}$$

$$T'_{\text{ideal}} = \frac{2\pi\sqrt{LC}}{\sqrt{1 - \frac{(R+r)^2 C}{4L}}}$$

$$E_r(T') = \frac{|T'_{\text{measure}} - T'_{\text{ideal}}|}{T'_{\text{ideal}}} \times 100\%$$

$$E_r(T') = \frac{|T'_{\text{measure}} - T'_{\text{ideal}}|}{T'_{\text{ideal}}} \times 100\%$$

$$R_{\text{measure}} = R + r$$

$$R_{\text{cmeasure}} = R + r$$

$$R_{\text{cideal}} = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$R_{\text{cideal}} = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$E_r(R_c) = \frac{|R_{\text{cideal}} - R_{\text{cmeasure}}|}{R_{\text{cideal}}} \times 100\%$$

$$E_r(R_c) = \frac{|\left| R_{\text{cideal}} - R_{\text{cmeasure}} \right|}{R_{\text{cideal}}} \times 100\%$$

(最终结果显示为 T'测、T'理与 ErT'、Rc 测、Rc 理、ErRc)

11、光电效应与普朗克常量的测定

测量普朗克常数 h，红限频率 ν_0

5 组数据，其中 U_s 测量四组之后求平均值

最小二乘法 $U_s - \nu$ 图

所需物理量：波长 λ 、频率 ν 、截止电压 U_s

$$h_0 = 6.62916 \times 10^{-34}$$

$$k = \frac{h_{\text{measure}}}{e}$$

$$k = \frac{h_{\text{measure}}}{e}$$

$$h_{\text{measure}} = k \cdot e$$

$$h_{\text{measure}} = k \cdot e$$

$$\nu_0 = \frac{W}{h} = \left| \frac{b}{k} \right| \quad (\text{注意科学计数法})$$

$$\nu_0 = \frac{W}{h} = \left| \frac{b}{k} \right|$$

相对误差: $U_r = \frac{|h_{\text{measure}} - h_0|}{h_0} \times 100\%$

$$\left(\left(U_r \right) = \frac{\left| h_{\text{measure}} - h_0 \right|}{h_0} \times 100\% \right)$$

(最终结果显示为 h_0 、 k 、 $h_{\text{测}}$ 、 v_0 与 U_r)

UI 图曲线拟合, 不涉及计算 (此处仅供生成数据用)

IP 图 3 组数据 孔径与光电流的最小二乘法拟合, 求 k 、 b 、 r

所需物理量: 光圈孔径 ϕ 、光电流 I

$$I = k\phi + b$$

$$[I = k\varphi + b]$$

(最终结果显示为 k 、 b 、 r)

12、组合光学 (牛顿环)

测量 3 组数据

所需物理量: 10 环左右位置、20 环左右位置

$$D_{ii} = |\text{左} - \text{右}|$$

$$\overline{D}_{10} = \frac{D_{11} + D_{12} + D_{13}}{3}$$

$$\left(\overline{D}_{10} = \frac{D_{11} + D_{12} + D_{13}}{3} \right)$$

$$\overline{D}_{20} = \frac{D_{21} + D_{22} + D_{23}}{3}$$

$$\left(\overline{D}_{20} = \frac{D_{21} + D_{22} + D_{23}}{3} \right)$$

牛顿环半径

$$R = \frac{|\overline{D}_{20}^2 - \overline{D}_{10}^2|}{4m\lambda}$$

$$\left(R = \frac{\left| \overline{D_{20}}^2 - \overline{D_{10}}^2 \right|}{4m\lambda} \right)$$

$$m=10$$

计算曲率半径与不确定度

$$t_p = 1.32$$

$$u_B = k_p \frac{\Delta_{\text{equi}}}{\sqrt{3}} = 5.77 \times 10^{-3}$$

$$\left(u_B = k_p \frac{\Delta_{\text{equi}}}{\sqrt{3}} = 5.77 \times 10^{-3} \right)$$

$$U_{D10A} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (D_i - \overline{D_{10}})^2}{3 \times 2}}$$

$$\left(U_{D10A} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (D_i - \overline{D_{10}})^2}{3 \times 2}} \right)$$

$$U_{D20A} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (D_i - \overline{D_{20}})^2}{3 \times 2}}$$

$$\left(U_{D20A} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (D_i - \overline{D_{20}})^2}{3 \times 2}} \right)$$

$$U_{D10} = \sqrt{t_p^2 U_{D10A}^2 + u_B^2}$$

$$\left(U_{D10} = \sqrt{t_p^2 U_{D10A}^2 + u_B^2} \right)$$

$$U_{D20} = \sqrt{t_p^2 U_{D20A}^2 + u_B^2}$$

$$\sqrt{\left(\left(\sqrt{t_p^2 U_{D20A}^2 + u_B^2} \right)^2 + U_{D10}^2 \right)}$$

$$U_R = \sqrt{4U_{D10}^2 + 4U_{D20}^2}$$

$$\sqrt{\left(\left(\sqrt{4U_{D10}^2 + 4U_{D20}^2} \right)^2 + U_{D10}^2 \right)}$$

(最终结果显示为 D10、D20、R、uB、UD10A、UD20A、UD10、UD20、UR)