

1 高度差法测量重力加速度

圆筒直径 D :

D_1/cm	D_2/cm	D_3/cm	\bar{D}/cm
10.80	10.72	10.70	10.74

A 类不确定度 $u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (D_i - \bar{D})^2}{3 \times 2}} = 0.03\text{ cm}$

B 类不确定度 $u_B = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} = \frac{0.02\text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.001\text{ cm}$

合成不确定度 $u_D = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 0.03\text{ cm}$

$D = (10.74 \pm 0.03)\text{ cm}$

测量数据如下:

实验 次数	液面最高处读数 H			液面最低处读数 h			转速 n(r/min)	平均 $\Delta h(\text{cm})$	g(cm/s^2)
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次			
1	2.57	2.65	2.57	1.20	1.19	1.20	98	1.40	1084.68
2	2.80	2.73	2.76	0.85	0.88	0.86	115	1.9	1100.57
3	2.85	2.82	2.85	0.80	0.78	0.75	123	2.06	1161.23
4	2.14	3.15	3.15	0.50	0.48	0.49	138	2.66	1132.02
5	3.29	3.27	3.28	0.29	0.28	0.28	148	3.00	1154.46
6	2.32	2.22	2.32	1.25	1.30	1.31	83	1.00	1089.26

由公式 $g = \frac{\pi^2 D^2 n^2}{7200 \Delta h}$ 计算重力加速度 g

计算 $\bar{g} = 1120.37\text{ cm/s}^2$

杭州地区重力加速度公认值 $g = 979.30\text{ cm/s}^2$

计算相对误差: $E = \frac{|\bar{g} - g|}{g} = 14.41\%$

合成不确定度 $U_g = g \sqrt{(\frac{\partial \ln g}{\partial D})^2 (u_D)^2 + (\frac{\partial \ln g}{\partial H})^2 (u_H)^2 + (\frac{\partial \ln g}{\partial h})^2 (u_h)^2} = 40.52\text{ cm/s}^2$

$g = (1120.37 \pm 40.52)\text{ cm/s}^2$

2 光学法测重力加速度

水平屏幕 H :

H_1/cm	H_2/cm	H_3/cm	\bar{H}/cm
9.00	9.00	9.05	9.02

A 类不确定度 $u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (H_i - \bar{H})^2}{3 \times 2}} = 0.02\text{ cm}$

B 类不确定度 $u_B = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} = \frac{0.2\text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.01\text{ cm}$

合成不确定度 $u_H = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 0.02\text{ cm}$

$H = (9.02 \pm 0.02)\text{ cm}$

静止液面高度 h :

h_1/cm	h_2/cm	h_3/cm	\bar{h}/cm
1.71	1.80	1.80	1.77

A 类不确定度 $u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (h_i - \bar{h})^2}{3 \times 2}} = 0.03\text{ cm}$

B 类不确定度 $u_B = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} = \frac{0.2\text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.01\text{ cm}$

合成不确定度 $u_h = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 0.03\text{ cm}$

$h = (1.77 \pm 0.03)\text{ cm}$

测量数据如下:

实验次数	距离 d			转速 n(r/min)	g(cm/s^2)
	dx	dy	d		
1	1.40	0.20	1.41	45	875.27
2	2.40	0.40	2.43	60	918.95
3	3.40	0.60	3.45	71	929.63
4	4.40	0.80	4.47	80	940.04
5	5.40	1.00	5.49	87	938.30
6	6.40	1.20	6.51	93	940.14

由公式 $g = \frac{2\pi^2 D n^2}{3600 \sqrt{2} \tan \theta}$ 计算重力加速度 g , 其中 $\tan 2\theta = \frac{d}{H-h}$

计算 $\bar{g} = 923.72 \text{ cm/s}^2$

计算相对误差 $E = \frac{|\bar{g} - g|}{g} = 5.68\%$

合成不确定度 $U_g = g \sqrt{(\frac{\partial \ln g}{\partial D})^2 (u_D)^2 + (\frac{\partial \ln g}{\partial H})^2 (u_H)^2 + (\frac{\partial \ln g}{\partial h})^2 (u_h)^2} = 33.40 \text{ cm/s}^2$

$g = (923.72 \pm 33.40) \text{ cm/s}^2$

3 焦距验证

参考刻度线高度：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10.55 cm	10.85 cm	10.51 cm	10.65 cm	10.70 cm	10.90 cm	10.90 cm	10.98 cm	11.00 cm	10.80 cm

$\bar{h} = 10.78 \text{ cm}$

A 类不确定度 $u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (h_i - \bar{h})^2}{10 \times 9}} = 0.05 \text{ cm}$

B 类不确定度 $u_B = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} = \frac{0.2 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.01 \text{ cm}$

合成不确定度 $u_h = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 0.05 \text{ cm}$

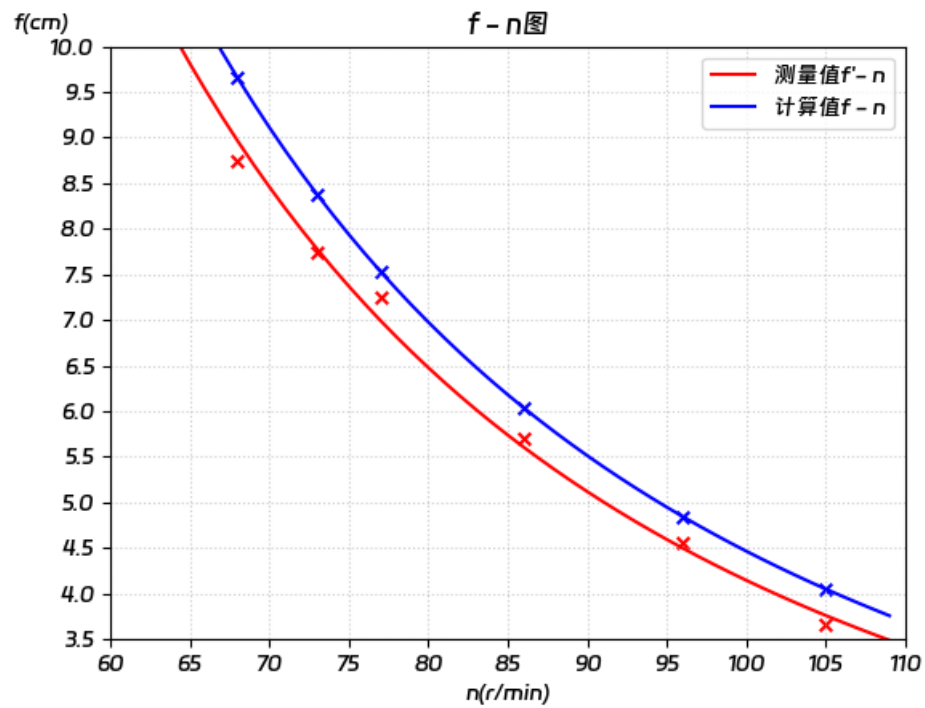
$h = (10.78 \pm 0.05) \text{ cm}$

测量数据如下：

实验次数	液面最低处读数			焦点高度		转速 n(r/min)	测量值的 焦距 f'(cm)	计算值的 焦距 f(cm)
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	参考刻度线高度	相对于参考线的高度差			
1	1.48	1.40	1.45	10.78	-0.60	68	8.74	9.66
2	1.40	1.48	1.40		-1.60	73	7.75	8.38
3	1.30	1.29	1.40		-2.20	77	7.25	7.53
4	1.30	1.26	1.25		-3.80	86	5.71	6.04
5	1.30	1.10	1.29		-5.00	96	4.55	4.84
6	1.11	1.12	1.11		-6.00	105	3.67	4.05

由公式 $f = \frac{450g}{\pi^2 n^2}$ 计算焦距 f

作出 $f - n$ 图:



比较分析实验曲线与理论计算曲线得出:

1. 测量值焦距 f' 与计算值 f 存在一定误差, 但整体趋势相同
2. 两条曲线均表明, 随着转速 n 的增大, 旋转液体形成的抛物面的焦距 f 会减小, 抛物面越陡峭, 符合我们的认知