

## ● 基本度量結報

### 實驗一：用游標尺與電子秤測量 PVC 管之物理量並計算其密度

PVC 管	外徑(cm)	內徑(cm)	高(cm)	重量(g)
第一次	2.2010	1.6500	3.4500	8.70
第二次	2.2034	1.6400	3.5000	8.72
第三次	2.2000	1.6375	3.4000	8.70
第四次	2.2010	1.6400	3.4500	8.72
第五次	2.2000	1.6450	3.4500	8.74
平均	2.20108	1.6425	3.4500	8.716
平均標準差	0.000621611	0.002236	0.015811	0.007483315

#### ▲實驗結果

外徑面積平均標準差( $\text{cm}^2$ )	1.59513E-07	內徑面積平均標準差( $\text{cm}^2$ )	3.70672E-06
平均外徑面積( $\text{cm}^2$ )	3.805060239	平均內徑面積( $\text{cm}^2$ )	2.118852074
面積差平均標準差( $\text{cm}^2$ )	1.38E-11	體積平均標準差( $\text{cm}^3$ )	2.1E-05
平均面積差( $\text{cm}^2$ )	1.686208	平均體積( $\text{cm}^3$ )	5.817418
密度平均( $\text{g}/\text{cm}^3$ )		1.498259	
密度誤差( $\text{g}/\text{cm}^3$ )		7.37E-07	

#### ▲誤差傳播計算過程

### 實驗二：用螺旋測微器測量鋼球之物理量並計算其密度

鋼球	長(cm)	重量(g)
第一次	0.9400	3.50
第二次	0.9355	3.50
第三次	0.9345	3.52
第四次	0.9329	3.54
第五次	0.9360	3.54
平均	0.93578	3.52
平均標準差	0.00118	0.008944

#### ▲實驗結果

體積平均標準差( $\text{cm}^3$ )	0.003247	密度平均標準差( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	6.37403E-05
平均體積( $\text{cm}^3$ )	0.429062	平均密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	8.203945455

#### ▲誤差傳播計算過程

### 實驗三：用阿基米德原理測量 PVC 管之物理量並計算其密度

PVC 管(阿基米德)	PVC 管重(g)	燒杯+水重(g)	燒杯+水+PVC 管重(g)
第一次	8.720	385.56	391.66
第二次	8.720	385.54	391.62
第三次	8.720	385.52	391.62
第四次	8.740	385.50	391.60
第五次	8.740	385.50	391.62
平均	8.728	385.524	391.624
平均標準差	0.004898979	0.011662	0.009798

#### ▲實驗結果

體積平均( $\text{cm}^3$ )	6.10	密度平均( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1.43082
體積平均標準差( $\text{cm}^3$ )	0.000232	密度平均標準差( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	3.16E-07

#### ▲誤差傳播計算過程

### 問題與討論

1. 測量 PVC 管的高度和直徑時，應該在同一位置量多次，還是不同位置與不同方向都要量？為什麼？

A: (1) 應在不同位置與不同方向都要測量。

(2) 因為現實中很難出現完美的圓柱體，測量不同位置不同方向，才能知道是否有偏差，並求得平均值，以增加精確度。

2. PVC 管的外徑、內徑、長各測 5 次，計算體積時應以各數值的平均值相乘或是每次測量值一對一相乘再求平均？理由？

A: (1) 應以長寬的平均值相乘。

(2) 因為測量長寬時本就存在誤差，多次測量是為了減少誤差，若先相乘則會造成誤差值增大。

3. 列舉此實驗所使用的儀器之系統誤差。

A: 環境系統誤差：環境的溫度、氣壓、濕度、電磁場、冷氣出風等影響。

設備系統誤差：設備無法正常運作、儀器不夠精密或標示不清。

人為操作誤差：紀錄、計算有誤，儀器操縱不當及判讀數據錯誤。

4. 如果使用一游標尺其精確度為 0.02mm，游標上一刻度需相當於幾 mm？

A: 主尺一刻度為 1mm，主尺 49 刻度等於副尺 50 刻度。

## 心得

第一次做預報做的不是很好，對於實驗過程的幫助極小，加上不太會用 Excel 只好一格一格慢慢算慢慢打，又我對於誤差傳播的計算公式不是這麼熟悉，導致實驗做得很沒效率，不過有了此次經驗後，我對於如何做預報有較清晰的輪廓了，希望未來實驗能越做越順，並且把預報與結報做的更好。

## 心得

我覺得這個實驗的難度並沒有很高，但是計算誤差傳播的過程中會遇到要將所有加減乘除的計算全部拆解並逐步計算誤差的步驟，很消耗耐性，但是我覺得思考利用阿基米德原理計算 PVC 管體積的部分還是相當有趣。