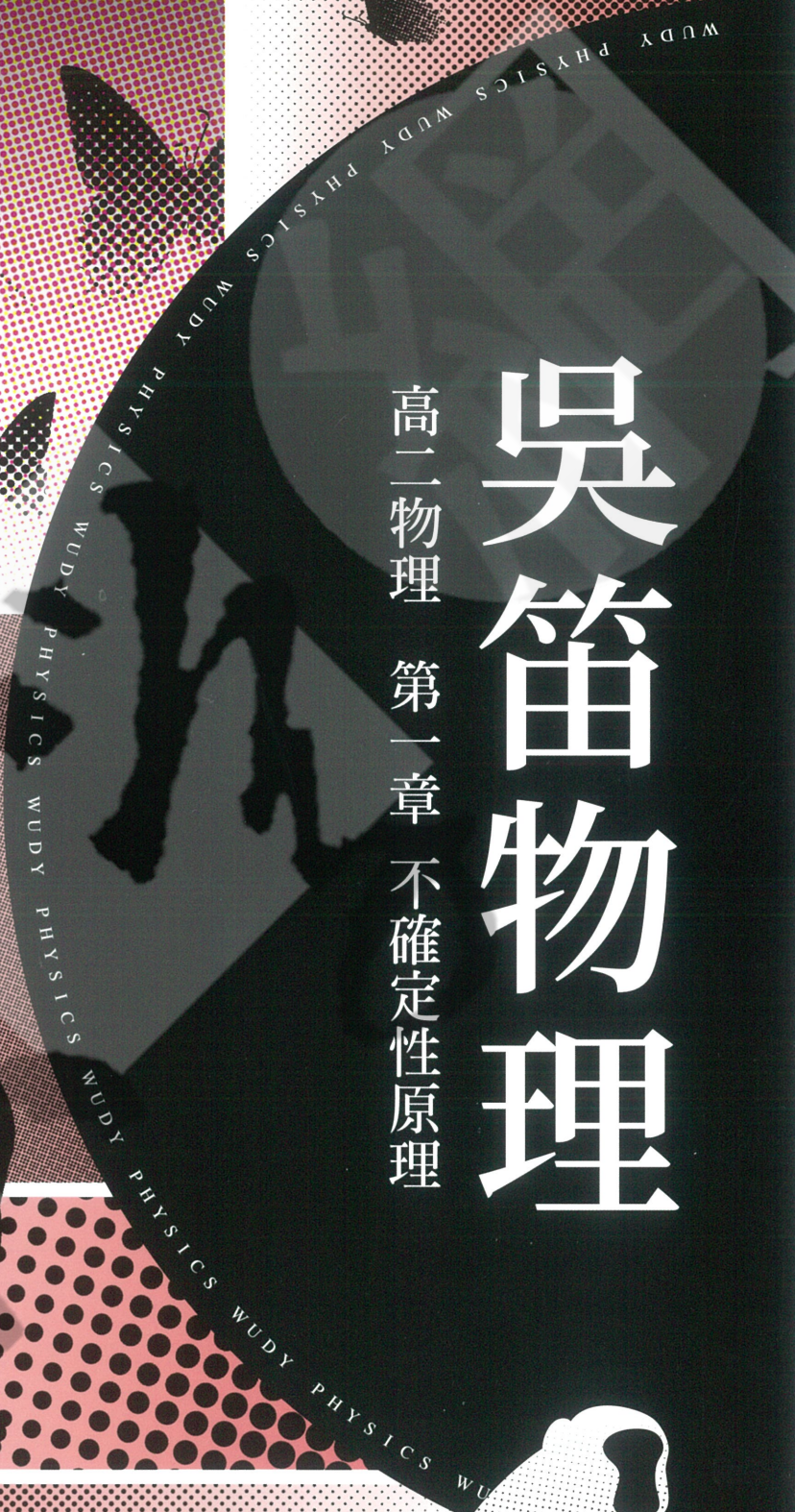


高二物理(上學期) Q108 - (吳笛團隊)

# 吳笛物理

高二物理 第一章 不確定性原理

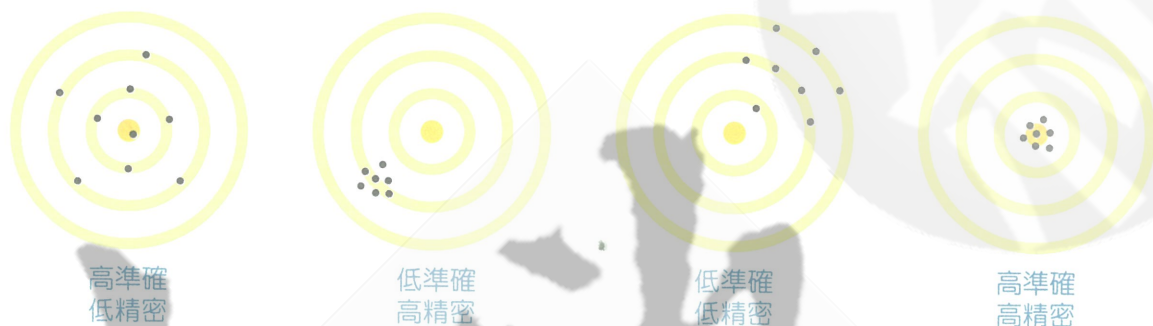


# 第一章 不確定性原理

1-1

## 一、準確度與精密度

1. 準確度(accuracy)：測量值與理論值之差異程度。
2. 精密度(precision)：測量值彼此間的差異程度。



▲圖：利用打靶時的彈痕分布，來了解準確度和精密度的概念

## 二、平均值與標準差

1. 平均值：
$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{N}$$

2. 標準差：測量值的離散程度。

母體標準差：
$$SD = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

樣本標準差：
$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$



### 三、不確定度 (uncertainty)



1. A 類不確定度：即隨機 (random) 不確定度。

$$u_A = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

2. B 類不確定度：即系統 (system) 不確定度。

$$u_B = \frac{LC}{2\sqrt{3}} \quad (LC: \text{測量儀器的最小刻度})$$

3. 組合不確定度： $u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$

### 四、有效數字

1. 表示法：有效數字 = 準確數字 (至儀器之最小刻度) + 1 位估計數字。

2. 位數之決定法則：

(1) 所有非零數字均為有效數字。

**例**：7124 (四位)

(2) 整數後之零不計位數。

**例**：12300 (三位)

(3) 純小數中，非零數字前之零不計，非零數字後之零要計。

**例**：0.0031 (二位)、0.0310 (三位)

(4) 帶小數：非零數字後面的零皆為有效數字。

**例**：79.210 (五位)

(5) 在非零數字間的零為有效數字。

**例**：7905 (四位)

3. 運算規則：任一數與估計數字運算，其結果仍為估計數字。

(1) 加減：加減結果的有效數字中，估計數字的位數與參與運算各量中估計數字位數最高者相同。

(2) 乘除：乘除結果的有效數字位數與參與運算各量中的位數最少者相同。

## 五、不確定度傳遞



1. 測量結果表示法： $\bar{x} \pm u_c$  或  $\bar{x}(1 \pm \frac{u_c}{\bar{x}} \times 100\%)$

2. 導出量的不確定度：

$$\text{加減：}(X \pm u_x) + (Y \pm u_y) = (X + Y) \pm \sqrt{u_x^2 + u_y^2}$$

$$(X \pm u_x) - (Y \pm u_y) = (X - Y) \pm \sqrt{u_x^2 + u_y^2}$$

$$\text{乘除：}(X \pm u_x)(Y \pm u_y) = XY \pm XY \sqrt{\left(\frac{u_x}{X}\right)^2 + \left(\frac{u_y}{Y}\right)^2}$$

$$\frac{(X \pm u_x)}{(Y \pm u_y)} = \frac{X}{Y} \pm \frac{X}{Y} \sqrt{\left(\frac{u_x}{X}\right)^2 + \left(\frac{u_y}{Y}\right)^2}$$

3. 有效數字運算規則是比較粗略的估算，一般估計值只取一位；不確定度傳遞是比較精確的表示法，通常會取兩位有效數字。



## 範例 01

準確度與精密度：

- (1) 是指數據重覆測定值間的一致性。
- (2) 是指重覆測定值之平均值與真值接近的程度。
- (3) 隨機不確定度大時，其精密度亦隨之。

【答】(1)精密度 (2)準確度 (3)變小

【解】

## ◎ 隨堂練習

甲和乙兩人射擊，彈著點如右圖，則：

- (A) 精密度：甲 > 乙；準確度：甲 < 乙
- (B) 精密度：甲 < 乙；準確度：甲 > 乙
- (C) 精密度：甲 > 乙；準確度：甲 > 乙
- (D) 精密度：甲 < 乙；準確度：甲 < 乙
- (E) 精密度：甲 = 乙；準確度：甲 < 乙。

【答】(B)



## 範例 02

數值天氣預報是利用氣象儀器觀測大氣的各種資料，輸入電腦結合大氣模式(用來計算氣象學方程式的電腦程式)進行運算，用以預測未來天氣狀態。影響天氣的因素非常多，再加上計算精度的問題、科學理論不足的問題、觀測誤差的問題，導致電腦運算非常複雜，產生許多無可避免的誤差。以目前的科技，很難精確預知颱風的動向、強度、雨量等，因此先進國家的氣象單位都會以「機率預報」的方式預報颱風路徑，而且不只颱風，平常的降雨也以機率預報為主。

根據以上敘述，造成「數值天氣預報」預報不確定性的可能來源有下列哪些因素？(應選三項)

- (A) 觀測誤差與觀測不足(例如：海面上或高山地區觀測數據有限)
- (B) 目前的電腦計算仍無法精確的模擬複雜的大氣系統
- (C) 科學家對影響天氣系統的因素仍無法完全了解
- (D) 觀測儀器越來越多，導致電腦運算速度降低
- (E) 採用機率預報。

【106 學測】

【答】(A)(B)(C)

【解】

### 範例 03 有效數字

解下列各題，注意有效數字之運算法：

- (1) 一矩形長為 4.24 公尺，寬為 0.35 公尺，求其面積。
- (2) 一桿長 12.132 公分；另一桿長 12.4 公分，若兩桿首尾相接，則共長若干？
- (3) 若(2)中兩桿並置，其長度之差為若干？

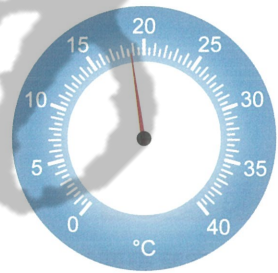
【答】(1)  $1.5\text{m}^2$  (2) 24.5cm (3) 0.3cm

【解】

### 範例 04

下列關於測量值、有效數字位數與計算結果的敘述或關係式，何者正確？

- (A) 右圖中的溫度計讀數可記錄為  $18.8^\circ\text{C}$
- (B)  $0.0156\text{s}$  的有效數字有 4 位
- (C)  $25.2\text{m} + 1.34\text{m} = 26.54\text{m}$
- (D)  $2.19\text{m/s} \times 4.2\text{s} = 9.20\text{m}$
- (E)  $14\text{kg}$  與  $1.4\text{kg}$  的有效數字都是 2 位。



【答】(A)(E)

【解】