

# 用投影片說明海森堡測不準原理

Ronald C. Cosser 著

國立臺灣師範大學化學系 洪志明 譯

用波動力學來討論原子構造時，常提到海森堡測不準原理 (Heisenberg's uncertainty principle)。此原理是說對於一運動中的粒子，其動量  $p$  的不準度  $\Delta p$ ，和其位置  $y$  的不準度  $\Delta y$ ，當同時測定  $p$  和  $y$  時，有下列關係：

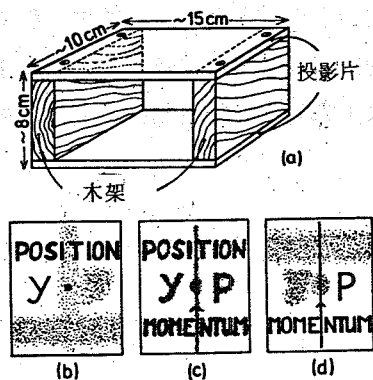
$$\Delta p \cdot \Delta y > h/4\pi$$

式中  $h$  為蒲郎克常數 (Plank's constant)。換句話說，如果我們想要精確地確定此粒子的位置，必須犧牲有關動量 (或速度) 的資料。如果我們有其速度的正確數據，則我們不能同時期望知道它在空間的正確位置。

無法同時精確地測定粒子位置和速度的觀念是很難理解的，因為它和我們巨觀世界 (macroscopic world) 日常生活的經驗相反。在傑姆珍爵士所著的“神秘的宇宙”(The Mysterious Universe) 一書中 (Cambridge University Press, 倫敦, 1930, 26 頁) 把此問題用幻燈片來比喻說明。他把粒子的動量與位置分別標記在幻燈片的不同的兩個面上。如果把幻燈機的焦距調在此兩個面中間的地方，則尚可清楚地看到動量和位置二者。但如想把焦距精確地對準一個面上，則另一面的影像將逐漸變模糊。也就是如果要減小  $\Delta p$  (或  $\Delta y$ )，則自動地引導  $\Delta y$  (或  $\Delta p$ ) 的增加，我們無法操作幻燈機，同時精確地對準  $p$  和  $y$  的焦距。

今日的教學活動中很少使用幻燈機和那麼厚的幻燈片，而用投影機 (OHP) 的機會較多也較普遍。OHP 的範圍較大且深，必須用兩個面的距離比厚幻燈片更大者。此分開的距離很容易做到。如圖

(a) 所示，兩張適當大小的投影片 (如  $10\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ ) 用一木架使它們間隔約  $8\text{ cm}$ ，“POSITION” 和 “ $y$ ” 用粗奇異筆寫在上面的投影片上，而 “MOMENTUM” 和 “ $p$ ” 寫在下面的投影片上。在下面 (動量) 的投影片上畫一條直線代表粒子運動的方向，亦即速度方向，並在上面 (位置) 的投影片上垂直於此直線的上方畫一黑點 (最好放在投影機上畫) 來代表粒子的位置。圖 (b)，(c)，(d) 分別表示投影機焦距對準上面投影片，兩張投影片中間處及下面投影片時的影像。



有兩點必須要注意的是①兩張投影片的間隔距離不可太大，因而使得投影機的鏡頭不能上移至上面一張投影片焦距的位置或下移至下面一張投影片焦距的位置；②如同使用模型一樣，很重要的一點，必須強調此演示是用來說明測不準原理，不要使學生認為這個演示本身就是測不準原理。 □

(譯自 Journal of Chemical Education, 59, No. 4, 1982, p. 300)