

幾種電子組態書寫法的介紹

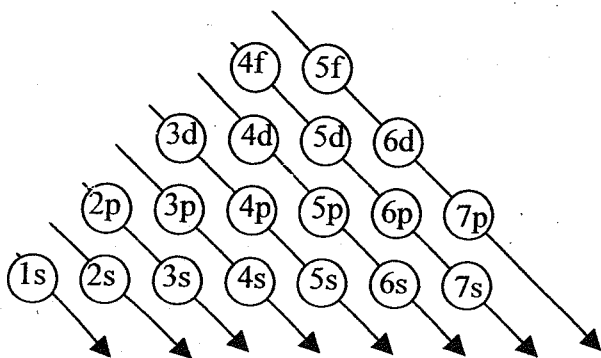
邱智宏
省立三重高中

壹、本文

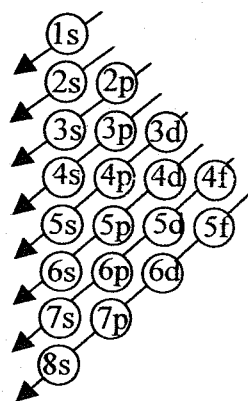
學習多電子原子的軌域能階順序時，學生最易混淆的就是到底是 4s 軌域能量高？還是 3d？，所以在教授基態電子組態（ground state electron configuration）的寫法時，教師常常借助一些簡易的書寫法，讓學生能記住軌域能階的高低順序，以期學生能正確地寫出週期表中各元素的電子組態。以下就幾種書寫方法做一說明及比較。

一、課本提供的書寫法

一般教師最常用的書寫法（圖一）和 Yi 氏所提供的方法（圖二），其實兩者是相同的方式，只有方向不同而已。圖中箭頭的方向即為電子陸續填充於各軌域的順序。利用此法書寫電子組態時，行和行及列和列之間的距離都必須相同，否則有可能寫出不可預期的電子組態。



圖一 依能量高低電子填充於軌域的順序



圖二 Yi 氏電子軌域填寫法

二、卡本特記憶法

卡本特（Carpenter）所提出的書寫法可依下列步驟來書寫：

1. 先畫一個 7×7 的正方形格子，並在對角線上的格子中依序填入 1s 到 7s 的軌域，如圖三(a)。
2. 在每一列 s 軌域右方，填上該主量子數所有可能存在的軌域如圖三(b)。
3. 電子填入軌域的順序是從最左一行開始，由上而下，當一行之所有軌域填完後，則往右

移動一行繼續填如圖三(c)所示。

4. 卡本特書寫法只要熟練後，連格子也可以不要，可在紙上先寫上 1s，在其右下角方向寫下 2s 並在同一列接著寫 2p，然後依次在 2p 下方寫 3s，同一列右方寫上 3p、3d，於 3p 下方寫 4s... 等如圖三(d)，便能順利的記下依能量高低排列的軌域順序。

1s						
	2s					
		3s				
			4s			
				5s		
					6s	
						7s

(a)

1s						
	2s	2p				
		3s	3p	3d		
			4s	4p	4d	4f
				5s	5p	5d
					6s	6p
						7s

(b)

1s						
▼	2s	2p				
	▼	3s	3p	3d		
		▼	4s	4p	4d	4f
			▼	5s	5p	5d
				▼	6s	6p
					▼	7s

(c)

1s						
▼	2s	2p				
	▼	3s	3p	3d		
		▼	4s	4p	4d	4f
			▼	5s	5p	5d
				▼	6s	6p
					▼	7s

(d)

圖三 卡本特電子軌域填寫法

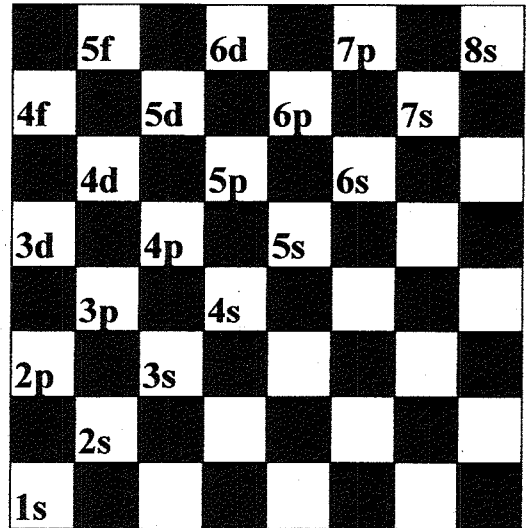
三、西洋棋盤式書審法

本書寫法以西洋橫盤當工具，如圖四，可依下列步驟來完成：

1. 將對角線向上平行移至同顏色的上一條線上，依序於格子內填入 2p、3p...7p。
2. 第三、四條對角線的格子內，分別依序填入 3d 到 6d 及 4f 到 5f 如圖四。
3. 電子填入軌域的順序為由最底端的一列開始，填完一列後則依序往上移動一列，由左往右填寫。

此種書寫法有下列幾種好處：

1. 西洋棋盤提供學生一個具體而且熟悉的參考物，比較容易了解。
2. 軌域的能量高低，由左而右、由下而上逐漸升高，和現行高中化學課本中所介紹的能階圖相似。
3. 由圖四中可看出填入 s 軌域由左下至右上的對角線上，其第一個數字即為主量子數，也代表由右下至左上對角線上所能存在的各種軌域，例如 5s 的對角線上可能有 5s、5p、5d、5f、5g 等 5 種軌域。另外 p 軌域在主量子數 2 以上才有，d 軌域在主量子數 3 以上才存在等，也能從圖中清楚的表示出來。

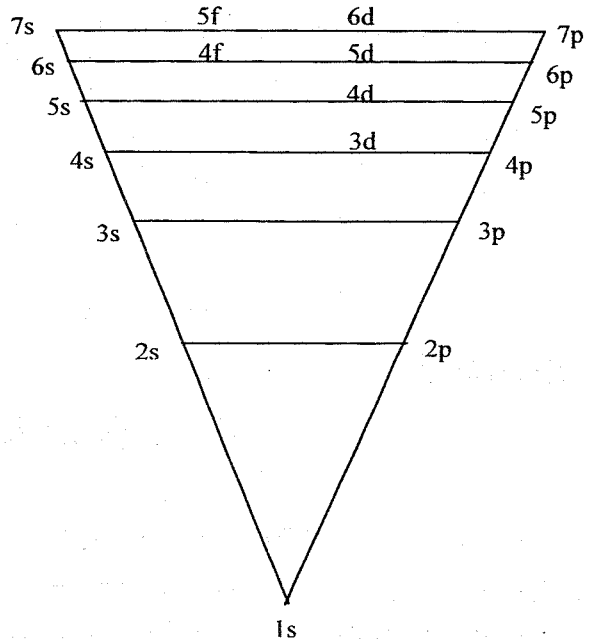


圖四 西洋棋盤式電子軌域填寫記憶法

四、倒三角形書寫法

本法可依下列步驟完成之

1. 先畫出一倒立等腰的三角形，並在三角形中畫下五條水平線，其中水平線的間距愈來愈小，類似能階，如圖五。
2. 在三角形最下面的頂點標上 1s，然後在三角形左邊和水平線交叉的點，由下而上依序標上 2s、3s 到 7s。三角形相對應的右邊位置由下而上依序標上 2p、3p 到 7p。
3. 由下往上算第三條水平線上開始往上標示 3d 到 6d 如圖所示。
4. 由下往上算第四及第五條水平線上標示 4f 及 5f，位置在 d 軌域的左邊如圖所示。
5. 電子填入軌域的順序由下而上，由左而右依序填寫。例如 1s 之後 往上為 2s，2s 之右為



圖五 倒三角形電子軌域書寫法

2p，之後就往上移一條水平線，由 3s 開始往右填，其餘同此類推。

此種書寫法有下列幾種好處：

1. 軌域的能量高低，由下往上、由左而右逐漸升高，和化學課本中所介紹的能階圖相似。且各種軌域能量的高低差距，可由各水平線間距的大小互相比較得知。
2. 圖四的表示法和週期表有異曲同工之處，價電子填入左邊 s 軌域的元素均為金屬的主族元素，價電子填入右邊 p 軌域的元素大多為非金屬的主族元素。
3. 圖中 d 軌域的位置擺在 s 和 p 軌域之間，f 軌域的位置擺在 s 和 d 軌域之間，價電子填入此處的元素分別稱為過渡元素及內過渡元素，其所在的位置和其過渡元素性質的定義不謀而合。
4. 由各水平線所能填入電子的總數，可以表示出週期表中各週期元素的總個數分別為 2、8、8、18、18、32 等。

以上四種書寫法各有其方便之處，但是後三者能具體地表達軌域能階高低順序的正確寫法，並能提供更多的訊息，在教學的技巧上似乎有更多值得參考和借鏡的地方。

貳、參考文獻

1. Ebbing, D. D., General Chemistry, 5th Ed., Houghton Mifflin: Boston, U.S.A, 1996.
2. Yi, P., J. Chem. Educ., 1974, 24, 567.
3. Carpenter, A. K., J. Chem. Educ., 1983, 60, 562.
4. Allank, H., J. Chem. Educ., 1986, 63, 607.
5. Stanley, C., J. Chem. Educ., 1988, 65, 697.

小小科玩

小小科玩徵稿啟事

編輯室

在上課前，教師若能演示或提出一些趣味性的「科玩」，深信必能引起學生的注意。倘若這些科玩的內容能配合該堂教學的單元，則更能提高學生學習的興趣。因此本刊廣邀各位現場的教師踴躍賜稿，以分享每一位教師的科玩心得。文體不拘，但希望能在一頁以內，最好能有示意圖。請參考本期的小小科玩各篇。