

如何學習困難的化學問題

傅麗玉* 賴芳君** 鍾崇榮**
*國立清華大學 教育學程中心
**國立清華大學 化學系

一、前言

國立清華大學於民國七十二年開辦「高中理化成績優異學生輔導計畫」，共有物理和化學兩組，由清大物理系及化學系分別執行。在化學組方面，共有九位教授、四位助教、四位輔導員及一位助理參與此計畫。每年八月初報名，九月中旬分別在建國中學和新竹中學兩個考場舉行測試，考試科目為化學及物理兩科，每年錄取四十多位高一學生參加該項計畫。

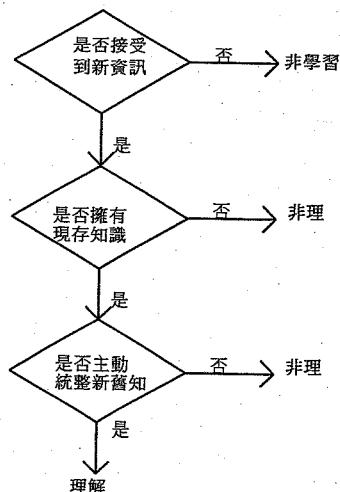
參加的高中生於開學期間，約每兩星期到清大一次，每次除了上課（三小時）及實驗（二小時三十分）之外，還有一門討論課程（五十分鐘），由參加的高中生提出問題，與教授群共同討論之後，再由教授整理解答與歸納重點。在這門討論課程中，有不少高中生提出許多很有意義的問題，其中常被提出的一個問題是「如何學習困難的化學問題」。

清大化學組資優生最常用的學習方法可分解為「理解式」與「強記式」兩種。這兩種方法最大的差異在於：強記方式容易遺忘，而且無法活用強記知識來解決問題；而理解式注重融會貫通，能讓學生進行有意義的學習，對化學產生興趣，樂在其中，進而踏上創作之路。本文介紹在該活動中，引導高中生學習複雜 B_{12} 與 C_{60} 的案例，供作為高中化學教材教法之參考。

二、有意義的學習

許多化學問題，乍看之下相當複雜且困難，如： β -斜方硼的結構，無法完全使用強記法背誦，而應充分具備學習的認知條件，以達成有意義的學習。如圖一所示，學習者須滿足以下三個學習的認知條件（參考文獻1）：

(一) 接受新資訊：利用視覺、聽覺、味覺、嗅覺所有感官注意新訊息，讓訊息進入短期記憶空間。短期記憶的



圖一 有意義學習的三個條件 (Mayer, 1990 P:14)

容量有限，所能儲存的資料很少，而且保存時間也只有幾秒鐘，避免遺忘的方式是覆誦。

(二) 擁有先備知識：學習者必須擁有與新訊息有關的先備知識。

(三) 統整新舊知識：運用思考，主動組織新舊訊息，建立內在與外在聯結，再將所得新知識統整於現存的先備知識中。

欲學習繁雜的化學知識，絕不能使用強記方式，這只會讓你頭痛且厭惡化學；應使用理解方式學習，試著從舊有知識中，尋找簡單容易且與主題相關部份，當作先備知識，再運用思考將新舊訊息聯結，滿足以上三個條件，達到理解的目的。

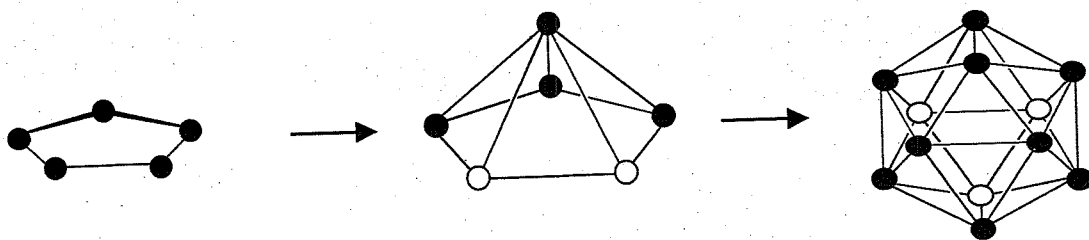
三、實例

現行高中化學教科書第三冊第七十一頁， β -斜方硼的結構是所有清大化學資優生認為非常困難的問題，根據前述有意義的學習，應具備之學習認知條件，其學習流程如下所示：

正五角形 → 五角錐的構造 → B_{12} (正二十面體) → C_{60} 的構造 (英式足球) → β -斜方硼 (84 原子單元)

(一) B_{12} 的構造

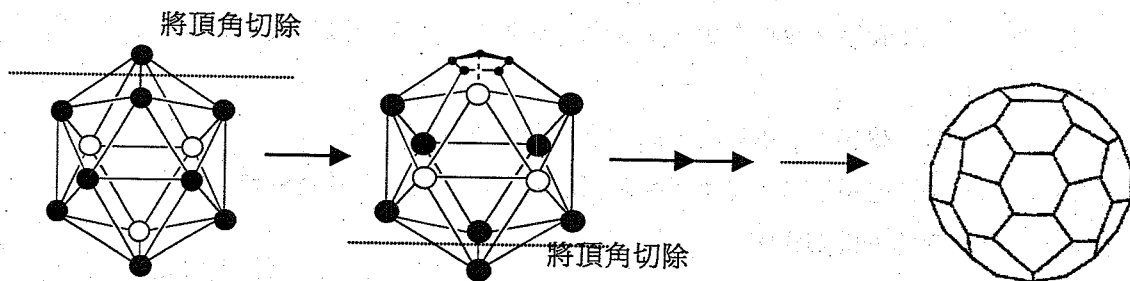
用五角錐作先備知識，如圖二所示，運用思考，將兩個五角錐組合成為 B_{12} 的結構 (正二十面體)。



圖二 將兩個五角錐組合成一個二十面體

(二) C_{60} 的構造

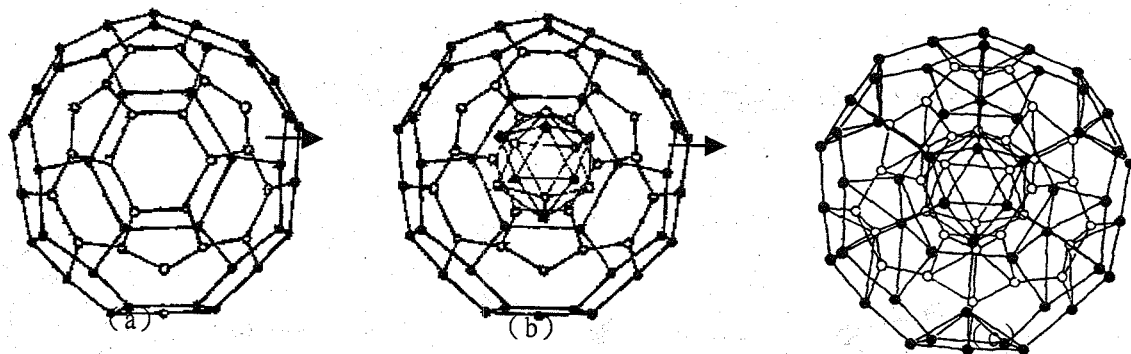
用前述正二十面體作先備知識，如圖三所示，每切除一個頂角，即增加一個五角形面。將二十面體的十二個頂角全部切除，即成為 C_{60} 的足球結構。(參考文獻 2)



圖三 C₆₀ 的足球結構

(三)β-斜方硼的構造

使用 B₁₂ 與 C₆₀ 的構造當作先備知識，如圖四所示，將 C₆₀ 的 60 個碳原子換成 60 個硼原子（圖四 a），再把一個較小的 B₁₂ 置入原先 B₆₀ 中間體心位置（圖四 b），最後在每個五角形面心與體心連線上放進一個硼原子，將此五角形面變成一個五角錐，用此方式放進十二個硼原子，將 B₇₂ 的十二個五角形面變成十二個五角錐，即形成 B₈₄，β-斜方硼的構造（圖四 c）。



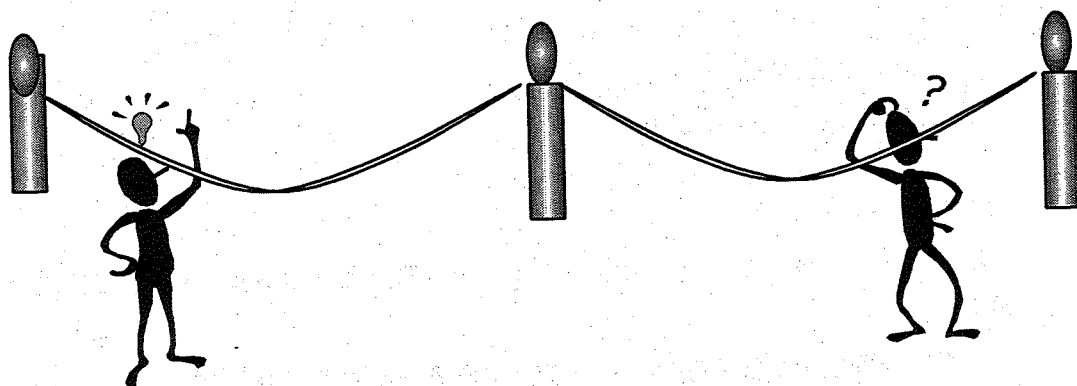
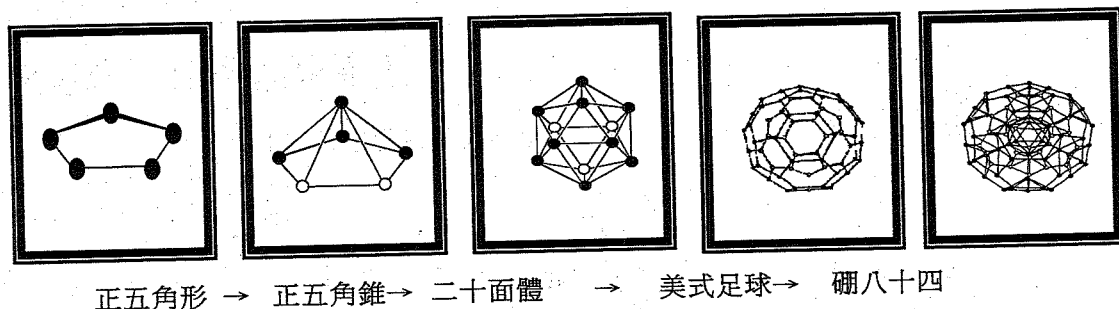
圖四 B₆₀→B₇₂→B₈₄

四、結語

學習任何困難的化學問題，常用的方法是分成好幾個較容易解決的步驟，運用簡單且熟悉的先備知識，逐步學習，必可順利達成目標。如同圖五所示，乍看β-斜方硼的結構，一頭霧水。倘若從正五角形開始學習，逐一往下推理，便可豁然開朗，完全瞭解β-斜方硼的結構。

清華大學韓建中教授、東海大學梁碧峰教授、交通大學陳登銘教授、中興大學洪豐裕教授和高雄醫學院王雲銘教授，在清大求學時，就是用這種方式深入理解化學問題，因此順利踏上創作之途，成為非常優秀的化學家。讀者如能不斷運用這種方式學習，深入分析

各種困難的化學問題，必定能如梁啓超先生所言，因「深入」、「不息」而體會「學問之趣味」。



圖五 逐步學習困難的化學問題

五、誌謝

非常感謝國家科學委員會「高中理化學習成就優異學生輔導實驗計畫」(NSC88-2514-5007-001)，及「以世界觀為基礎之竹苗地區泰雅族國中理化學習活動設計」(NSC88-2511-S-007-007) 專題研究計畫經費補助，使本研究得以順利進行。

六、參考資料

1. Richard E. Mayer / 著(1990)，林清山/譯，教育心理學--認知取向。台北，遠流出版公司，pp133-135。
2. 鍾崇桑 (1997)，升學資訊輔導雜誌 8606 期--化學視窗。台中，大同資訊企業，pp113-116。
3. 傅麗玉 (1999)，從世界觀探討台灣原住民中小學科學教育。科學教育學刊。第七卷第一期，P71-90。