

## 壹、研究動機

許多研究顯示，學習氣體的相關概念對學生而言非常困難，主因是學生很難藉由日常生活中的觀察來建立氣體粒子模型 (Millar, 1990; Novick & Nussbaum, 1981)，學生不易從日常生活察覺與體驗次微觀世界的想法，因而偏向以巨觀世界的觀察來類比氣體粒子行為，因而建構出許多難以移除的迷思概念 (Chiu, Guo, & Treagust, 2007; Johnson, 1998; Johnson & Papageorgiou, 2010; Liang, Chou, & Chiu, 2011; Margel, Eylon, & Scherzo, 2008; Novick & Nussbaum, 1981)。

Duit、Treagust 與 Mansfield (1996) 指出，診斷學生的概念不僅反映學生的思考與理解，而且也協助教師以不同的方式來看待他們的教學。心智模式 (mental models) 是為了回答、解決問題或是處理某種狀況所產生的一種動態結構，它是在問題解決的當下所產生的心智表徵，其源自概念結構並受其限制，基本上它也可視為是一種在整體結構的層次上所建構的知識 (例如，Vosniadou & Brewer, 1992; Vosniadou, Skopeliti, & Ikospentaki, 2004)。由於心智模式是一種內在表徵與動態結構，要瞭解心智模式如何發展並不容易，但是瞭解心智模式動態發展與概念改變之間的關係是重要的。透過瞭解學生的心智模式，科學教師進行科學概念教學時，可以確實瞭解學生學習困難所在，進一步發展出適合的教學模型 (邱美虹、翁雪琴, 1995)。

本研究參考相關研究 (Chiu & Chung, 2009; de Vos & Verdonk, 1996; Johnson & Papageorgiou, 2010) 定義出理想氣體的本質作為本研究探討的範疇，相關定義如下：氣體粒子視為剛性粒子，而具有完全彈性碰撞；朝向各方向運動的粒子數相同，為隨機運動與分布；氣體體積是氣體粒子活動的空間；溫度是分子動能平均的結果，溫度上升氣體粒子速度加快；氣壓是因為氣體粒子不斷地撞擊器壁；影響氣壓的因素為容器體積、粒子數目與溫度。為了瞭解學生對於理想氣體本質的先前概念及多重表徵的模型教學對學生學習理想氣體的影響，本研究探究的問題如下：

- 一、多重表徵模型教學前、中、後，全班學生對於理想氣體本質想法的轉變為何？
- 二、標的學生經多重表徵的模型教學前、中、後，理想氣體本質心智模式類型為何？
- 三、標的學生經過多重表徵的模型教學前、中、後，心智模式演變的情形為何？

## 貳、文獻探討

本研究之理論基礎主要聚焦在三方面，第一部分為多重表徵與模型，研究者探討多重表徵與模型之間的關係，設計出不同表徵的教材、教具，引導學生探討氣體粒子次微觀行為，以修正學生的迷思概念並建立正確的理想氣體粒子模型；第二部分為心智模式與融貫性，由相關文獻中對心智模式理論與研究方法進行探討，作為研究學生心智模式的依據；第三部分

為氣體粒子概念研究，研究者藉由文獻整理出氣體粒子迷思概念的類型，並以學生迷思概念為基礎，設計紙筆測驗與晤談試題，嘗試從學生的晤談內容分析出學生的心智模式類型與改變情形。

## 一、多重表徵與模型

Johnstone (1991) 提出在學習化學有三個層次的表徵：巨觀 (macro)、次微觀 (sub-micro) 和符號 (symbol)，三種化學表徵如圖 1 所示。化學上的巨觀表徵如看見顏色變化、形成沉澱、氣泡產生與等肉眼可直接觀察的現象；次微觀表徵則藉由分子、原子、次原子粒子的排列或運動來解釋；而符號表徵則藉由符號、數字、分子式、方程式、結構式或其他化學符號來表徵，如  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 。Johnstone (1991, 1993, 2000) 也強調這三種表徵的存在和彼此間的連結能使學生易於轉換表徵，讓學生能將巨觀現象以次微觀本質進行解釋，再以適合的化學符號來表徵巨觀現象。Mayer (2001) 則認為深層理解不只是知識的記憶，它還必須要能解決其他學習遷移的問題，若學生能夠自由轉化不同的表徵，從不同的向度建構知識的完整風貌，提升知識整合的層次，那學生在表徵之間所做的連結，則可達到較深層概念的理解。

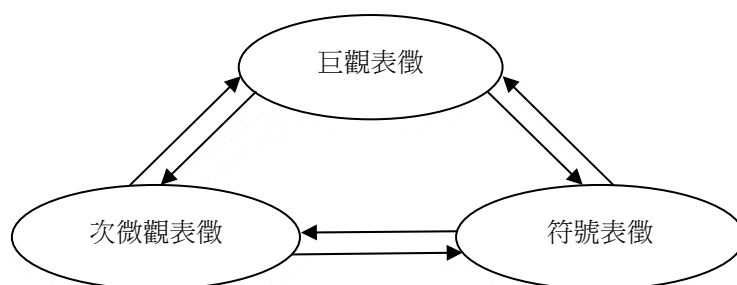


圖1. 化學表徵中巨觀、次微觀和符號表徵的關係。引自“Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem,” by A. H. Johnstone, 1991, *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, pp. 75-83。

Margel 等 (2008) 在長期追蹤 (3 年) 約 1000 名的七至九年級學生對於物質粒子性的概念理解的研究中發現，學生對於抽象的概念需要長時期的醞釀方能建構正確的粒子觀。因此，在課程設計必須持續性且有效地引導學生理解與建立正確的粒子模型，且科學教師應該適時引導學生使用多重表徵 (視覺與文字表徵等) 的方式學習科學概念，並瞭解不同表徵的意義與轉換 (如巨、次微觀之間的關係與符號和語言之間的轉換)，以促進學生深入理解次微觀的機制並運用粒子模型解釋科學現象。教師將多重表徵與教學內容、教材與教法經過系統性的統整後，呈現在課室的學習活動，應有助於學生增進巨觀、次微觀、符號以及多重表徵之間轉換的能力，讓學生達到知識整合之有意義的科學學習。