

國中化學實驗器材組的設計

蕭次融 何寶珠

國立臺灣師範大學化學研究所

一、前言

化學是實驗的科學，基於此，國中化學教科書的編寫乃將化學實驗和課文合併編輯，按照適當順序，將實驗插入課文中，以期實驗與課文密切配合，以利教學。然據調查，國中化學教學多未能依照教科書編輯要旨實施。究其原因，固然與學校設備簡陋有關（註一），之外還有下列兩個原因：

- (一) 國中實驗室沒有管理員協助實驗的準備與善後。
- (二) 實驗室秩序比教室較難維持，教師較難達成實驗教學的任務。

二、化學實驗的重要性

據教育心理學者對認知發展的研究，認為國中生仍然在「具體操作期」的階段（註二），因此由實驗使學生能親身經驗，在學習過程中非常重要。化學實驗不僅使學生得以驗證化學的基本概念和原理，還可以培養學生仔細觀察，從做中學，獲得手腦並用以解決問題的訓練，逐漸養成正確的科學態度，進而培養獨立思考的能力以啟發創新的構想。

聞教育部擬於民國七十三年更新國中自然科課程，用意甚佳。然若化學實驗的實際困難問題未得改善，則新教材的編輯精神恐難得到尊重，而教育部改進現行自然科課程與教材的卓見美意亦難完全達成，不唯可惜，也將浪費許多專家、學者、學校教師為此研究所付出的精神。

三、化學實驗器材組的設計

理想的化學實驗，不僅印證教科書的內容，更重要的是提供機會磨練學生探究科學的能力和解決問題的方法。因此實驗教材不需預先作空泛定義、定律或實驗步驟的詳細敘述，應著重於實驗觀察，並引導學生思考，以培養其創意。據此實驗器材組的設計必須具備如下特點：

- (一) 必須使用簡便，以利學生操作。
- (二) 器材的組合內容必須可產生多種化學反應，以便學生觀察與思考，進而啟發其創意。

(三) 教材內容宜只用最少「必須」的提示，以便學生能自由發揮。

四、實 例

茲舉一「創意實驗」為例，藉以說明化學實驗簡易器材組的設計。下列方塊內實驗教材於實驗開始時印發給學生，教師只簡單說明點滴瓶的正確用法與廢液的處理，不作其他說明。(註三)

〔 創意實驗 〕

一、每組實驗器材：

試管架	1 個	$2\text{M H}_2\text{SO}_4$	I_2	CHCl_3
刮勺	1 支	1M NaOH	$0.1\text{M K}_2\text{CrO}_4$	
試管	10 支	1M KI	$\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$	
滴管	4 支	H_2O	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	

二、說明：本項實驗目的在測試你的「創意」與「觀察力」，請在三十分鐘內利用上列藥品及器材來做簡易的實驗，仔細觀察，把結果一一以方程式、簡號或簡單的文字寫下來，並簡註該項實驗示範了什麼性質或驗證了什麼原理？

五、結 語

由實際教學經驗，得知此項實驗器材組設計有如下優點：

(一) 器材簡單，實驗前的準備需時少，實驗後的善後處理亦可由學生自動「物歸原位」而達成，亦可帶至普通教室，合併兩張課桌為實驗台，學生兩人一組，坐著實驗，如此良好秩序得以維持，教師亦易於輔導學生，並可解決當前一般學校實驗上的困難。

(二) 可讓學生親自動手作實驗，從觀察中獲得經驗，進一步綜合、歸納而作出結論，符合啟發性教學而達到教科書編輯的原有主旨。

(三) 此項實驗設計安全性高，例如上述實驗中的溴水若照現行國中化學課本的操作及用量，在通風不良下易生危險，但在實驗器材組設計中將其改良，以試管代替燒杯，以點滴瓶代替試藥瓶，取試藥可使用滴管點滴來代替傾倒試藥瓶，使用量由數毫升改為數滴，在試管內反應，現象仍然非常明顯，但安全性則大大提高。

(四) 由實際經驗可知學生作此實驗都認為很有趣，也很新奇，以教師和學生分別作此項實驗，在短時間內學生與教師所作的實驗項目相等（見附錄），雖然有的學生不知其所以然，無法對反應加以解釋，但可引發其探究未知的動機。

(五) 此項實驗設計可配合教學內容，適當組合各種器材及藥品，靈活運用，以發揮教學效果，例如上述實驗器材乃合併現行國中化學課本第四冊實驗 20-1 與 20-2 的內容，再加上水和酒精而成，可作的試驗包括：(1)溶解性、(2)分配律、(3)化學平衡、(4)氧化還原反應、(5)酸鹼中和。若再加 0.1M

AgNO_3 , 0.1M CuSO_4 , $0.1\text{M NH}_4\text{OH}$, 澱粉液, 鋅片、銅片等, 則可做的實驗更多。

六、註 解

註一 教育部 69 學年度委由師大化學系呂美芳教授調查國中化學實驗設備報告。

註二 科學教育研討會, 民國七十一年四月十日國科會委託師大理學院主辦。

註三 溶液均裝於 15 ml 的點滴瓶, 如同一般定性分析化學實驗所使用者。

七、附 錄

上述「創意實驗」曾分別由師大化學研究所暑修班部分學員(國中及高中教師)及基隆市成功國中學生(國二升國三)按說明作實驗, 其中參加的教師有 13 組, 學生有 10 組, 教師與學生所作試驗皆為 25 項(項目部分不同), 全部所作試驗項目共計 28 項, 其結果表列如下, 以供化學教師參考。

驗證的理論	項目	觀 察 的 反 應	作出該項試驗的組數	
			教師方面	學生方面
溶解性	12	I_2 溶於 H_2O	10	6
		I_2 溶於 $\text{KI}_{(\text{aq})}$	12	6
		I_2 溶於 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	11	6
		I_2 溶於 CHCl_3	12	9
		Br_2 溶於 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	2	5
		Br_2 溶於 CHCl_3	2	8
		$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 溶於 CHCl_3	3	8
		$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 溶於 H_2O	2	5
		CHCl_3 溶於 H_2O	2	2
		K_2CrO_4 溶於 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	5	5
		H_2SO_4 溶於 H_2O	4	0
		NaOH 溶於 H_2O	3	0
分配律	3	I_2 分佈於 $\text{KI}_{(\text{aq})}$ 和 CHCl_3	8	3
		I_2 分佈於 H_2O 和 CHCl_3	1	2
		Br_2 分佈於 H_2O 和 CHCl_3	4	5
化學平衡	2	$2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	13	3
		$\text{Br}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Br}^- + \text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O}$	13	6

驗證的理論	項目	觀 察 的 反 應	作出該項試驗的組數	
			教師方面	學生方面
氧化還原	7	$I^- + 2 CrO_4^{2-} + 16 H^+ \rightarrow Cr^{3+} + 3 I_2 + 8 H_2O$	12	5
		$2 I^- + Br_2 \rightarrow I_2 + 2 Br^-$	13	6
		$3 I_2 + 6 OH^- \rightarrow 2 I^- + IO_3^- + 3 H_2O$	7	1
		I_2 加 NaOH 再加 $CHCl_3$	2	0
		$K_2 CrO_4$ 加 $H_2 SO_4$ 再加 C_2H_5OH	8	1
		$K_2 CrO_4$ 加 $H_2 SO_4$ 再加 $CHCl_3$	1	1
		$K_2 CrO_4$ 加 $H_2 SO_4$ 再加 Br_2/H_2O	0	8
酸鹼中和	1	$2 NaOH + H_2 SO_4 \rightarrow Na_2 SO_4 + 2 H_2O$	9	7
其 他	3	$H_2 SO_4$ 加 C_2H_5OH	1	3
		KI 加 $CHCl_3$	0	1
		NaOH 加 $CHCl_3$	0	1

請大家告訴大家

一、教育部舉辦中小學科學教師獎勵一案（見科教月刊第 55 期）本中心奉部令代收申請書表，希申請人在限期內（2 月 15 日～2 月 28 日截止）將應填各表暨附件，送由任教學校，或主管教育行政機關逕寄本中心。如需個人送達者，請在 2 月 18 日以後送臺北市羅斯福路五段師範大學分部內本中心受理。

二、教育部中學數學及自然學科科學資賦優異學生輔導升學要點，已於科教月刊第 56 期刊出，希有關學校，依據該要點辦理，於限期內（三年級於二月十五日以前，二年級於三月十五日以前）函轉各主管機關，核轉教育部。