

高中新舊化學實驗教材比較研究

(六) 探討“反應熱與反應速率” 新舊實驗教材之異同

許丹瓊

臺北市立第一女子高級中學

王澄霞

國立臺灣師範大學化學系

本文針對新舊高中化學教材中，有關“反應熱與反應速率”主題概念之實驗項目加以比較研究並整理於表中^(1、2、3)。其概念導引過程新舊教材相同，但其實驗內容有所不同。

(1) 概念導引過程：

新舊實驗教材，有關概念導引過程都可分為兩階段，即第一階段：定量測定反應熱；第二階段：探討濃度、溫度、催化劑（舊教材多出之部分）對反應速率的影響。

(2) 實驗項目之異同：

第一階段：有關「定量測定反應熱」之實驗項目及其異同如下：

號碼	實 驗 項 目	異 同
1	定量測定蠟燭每克燃燒之反應熱	舊教材之實驗，新教材無
2	定量測定 NaOH(s) 在水中之溶解熱	此實驗新舊教材都有
3	定量測定 NaOH(s) 在氫氯酸中之溶解熱及中和熱	舊教材之實驗，新教材無
4	定量測定 NaOH 溶液與氫氯酸之中和熱	同上

第二階段：有關「探討濃度、溫度、催化劑對反應速率的影響」之實驗項目如下：

號碼	實 驗 項 目	異 同
1	觀察酸性 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液分別在高、低溫及有無催化劑存在下，與 KMnO_4 溶液作用，比較得同樣結果所需時間	舊教材之實驗，新教材無
2	觀察 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 與不同濃度之 $\text{HCl}(\text{aq})$ ， $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ 反應時產生氣泡的快慢	同上
3	改變反應物之濃度、溫度，記錄混合溶液顏色變藍所需時間	此實驗新舊教材都有

由上表中可知，不論第一階段或第二階段，舊教材之實驗項目都比新教材多。關於第一階段「定量測定反應熱」新教材只測定固態 NaOH 之溶解熱，而舊教材除測定蠟燭燃燒熱、固態 NaOH 溶解熱外，還測定固態 NaOH 在氫氯酸中之溶解熱與中和熱，及測定 NaOH 溶液與氫氯酸之中和熱，並討論到反應熱之加成性（黑斯定律）。關於第二階段「探討濃度、溫度、催化劑對反應速率的影響」新教材只探討“秒錶反應”中反應物濃度、溫度對反應速率之影響，而舊教材除探討“秒錶反應”外，還探討酸性 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液分別在高、低溫及有無催化劑存在下，與 KMnO_4 溶液作用並比較得同樣結果所需時間，及不同濃度之 $\text{HCl}(\text{aq})$ ， $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ 對 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 的反應速率之影響。

(3) 實驗內容之異同：

第一階段：

1. 定量測定蠟燭每克燃燒之反應熱：

舊實驗教材〔二〕蠟燭燃燒熱之測定，探討蠟燭在燃燒過程中，可使定量的水溫度上升。由燃燒前後蠟燭減少的重量及水溫上升度數，計算出每克蠟燭之燃燒熱。所導引的概念是化學反應時，若生成物所含能量比反應物所含能量少時，會放出熱量，這叫做放熱反應，反之則叫做吸熱反應。新實驗教材沒有此實驗。

2. 定量測定 $\text{NaOH}(\text{s})$ 在水中溶解之溶解熱：

新實驗教材〔基化 3-2〕化學能轉換成爲熱能：探討固態氫氧化鈉在水中溶解時，水溫的變化。由於水溫的升高，知道固態氫氧化鈉在水中溶解時會放出熱量。所導引的概念是物質擁有化學能，發生化學變化時，化學能會轉變成熱能。但未將固態氫氧化鈉之溶解熱計算出。

“反應熱與反應速率”主題概念之新舊實驗教材

	實驗活動名稱	與課本有關概念(知能)	實驗主要內容	科學過程、技能	藥品
基礎理化	[基化-3.2] 化學能轉換成爲熱能	2-4 能量的形式 物質擁有化學能，發生變化時通常以熱能形式出現	[第一階段] 1. 定量測定 NaOH(s) 在水中之溶解熱 (1) 測量半杯水之水溫 (2) NaOH(s) 加入水中，測量水溫的變化	1. 使用溫度計 2. 使用三稜天平	NaOH(s)
新教材	[化二·10] 反應速率	6-6-2 濃度與接觸面積 勻相反應速率隨反應物的濃度增加而加快 溫度 6-6-3 溫度增高會增快反應的速率 溫度降低會減慢反應的速率	[第二階段] 3. 改變反應物之濃度、溫度，記錄混合溶液顏色變藍所需時間： 溶液 A：KIO ₃ 溶液 溶液 B：NaHSO ₃ 溶液 (1) 濃度的效應 改變 KIO ₃ 之濃度分別與 NaHSO ₃ 混合，並記錄兩溶液混合變藍色所需時間 (2) 溫度的效應 測量不同溫度 A、B 兩溶液混合變藍色所需時間	1. 配製不同濃度的溶液 2. 觀察溶液顏色變藍 3. 使用秒錶 4. 使用溫度計	KIO ₃ Na ₂ S ₂ O ₈ 可溶性澱粉 H ₂ SO ₄ (1M)
高中化學					

實驗活動名稱	與課本有關概念(知能)	實驗主要內容	科學過程、技能	藥品
〔二〕 蠟燭燃燒熱之測定	2-6 化學反應 化學變化能量效應	〔第一階段〕 1. 定量測定蠟燭每克燃燒之反應熱 (1) 稱蠟燭燃燒前後所耗重量 (2) 測水溫的增高 (3) 求蠟燭每克燃燒熱	1. 使用三稜天平 2. 使用溫度計	蠟燭
〔十〕 化學反應的研究	9-5 反應物的濃度 增加反應物的濃度，即增加碰撞次數，因此增加反應速率 9-6 反應中的溫度 溫度升高，反應速率增快 9-7 反應中的催化劑 加入催化劑，使反應速率增快	〔第二階段〕 1. 觀察酸性 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液分別在高、低溫及有無催化劑存在下，與 KMnO_4 溶液作用，比較得同樣結果所需時間： 準備四支酸性 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液 (1) 二支置熱水浴，一支滴加 MnSO_4 ，再各滴入 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ ，比較得同樣結果所需時間 (2) 二支在室溫，一支滴加 MnSO_4 ，再各滴入 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ ，比較得同樣結果所需時間 2. 觀察 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 與不同濃度之 $\text{HCl}(\text{aq})$ ， $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ 反應時產生氣泡的快慢	1. 觀察顏色變化判斷反應速率快慢 2. 觀察氣泡生成或判斷反應速率快慢	0.1 M $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 2 M H_2SO_4 0.1 M MnSO_4 0.1 M KMnO_4 6 M HCl 1 M HCl 0.1 M HCl 1 M CH_3COOH 0.1 M CH_3COOH $\text{CaCO}_3(\text{s})$

實驗活動名稱	與課本有關概念(知能)	實驗主要內容	科學過程、技能	藥品
〔十二〕 反應熱	9-1-3 反應熱的加成性 黑斯定律 9-1-4 反應熱的測定	〔第一階段〕 2. 定量測定 NaOH(s) 在水中溶解熱 (1) 測量 200 mL 水溫 (2) NaOH(s) 加入水中，完全溶解，記錄最高水溫 3. 定量測定 NaOH(s) 在氫氯酸中之溶解熱及中和熱 (1) 測量 200 mL 0.25 M HCl 之溫度 (2) NaOH(s) 加入，完全溶解，記錄最高溫度 4. 定量測定 NaOH 溶液與氫氯酸之中和熱 (1) 測量各 100 mL，0.5 M HCl，0.5 M NaOH 之溫度 (2) 兩溶液混合，記錄最高溫度	1. 使用溫度計 2. 使用三稜天平	NaOH(s) 0.5 M NaOH 0.5 M HCl 0.25 M HCl
〔十三〕 反應速率之研究	9-5 反應物的濃度 增加反應物的濃度，即增加碰撞次數，因此增加反應速率 9-6 反應中的溫度 溫度升高，反應速率增快	〔第二階段〕 3. 改變反應物之濃度、溫度，記錄混合溶液顏色變藍所需時間： 溶液 A：KIO ₃ 溶液 溶液 B：NaHSO ₃ 溶液 (1) 濃度的效應 改變 KIO ₃ 之濃度分別與 NaHSO ₃ 混合，並記錄兩溶液混合變藍色所需時間 (2) 溫度的效應 測量不同溫度 A、B 兩溶液混合變藍色所需時間	1. 配製不同濃度之溶液 2. 觀察溶液顏色變藍 3. 使用秒錶 4. 使用溫度計	KIO ₃ Na ₂ S ₂ O ₈ 可溶性澱粉 1 M H ₂ SO ₄

舊實驗教材〔十二〕反應熱，有關此部分實驗內容與新教材相同，且將固態氫氧化鈉溶解熱計算出。

3. 定量測定 NaOH(s) 在氫氯酸中溶解而產生之溶解熱及中和熱。
4. 定量測定 NaOH 溶液與氫氯酸之中和熱。

舊實驗教材〔十二〕反應熱，探討此部分的實驗，所導引的概念是反應熱的加成性，即當一種反應可由兩種或多種其他反應按數學法相加而表示時，其反應熱也可由該兩種或多種反應熱相加而得，稱為黑斯定律也就是反應熱的加成性定律。新教材在化學第一冊 2-6 化學反應與能量關係中亦討論到反應熱加成性定律，但沒有配合的實驗。

第二階段：

1. 觀察酸性 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液分別在高、低溫及有無催化劑存在下，與 KMnO_4 溶液作用，比較得同樣結果所需時間。

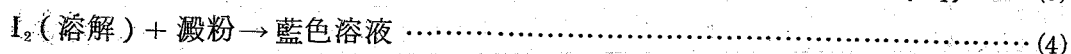
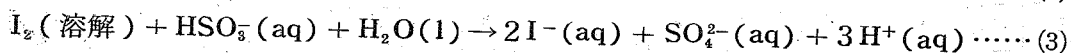
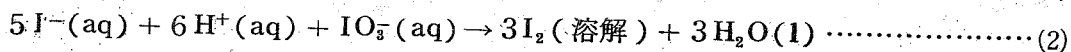
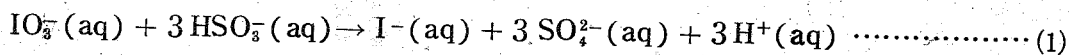
舊實驗教材〔十一〕化學反應的研究，有關此部分的實驗內容是探討酸性 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液與紫色 KMnO_4 溶液，在不同溫度及是否有催化劑 (MnSO_4) 存在下作用，比較反應（褪色）所需之時間。導引的概念是反應物的溫度效應與催化劑效應，即反應物溫度愈高且有催化劑存在時，反應速率愈快。新實驗教材沒有此實驗。

2. 觀察 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 與不同濃度之 $\text{HCl}(\text{aq})$ ， $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ 反應時產生氣泡的快慢。

舊實驗教材〔十一〕化學反應的研究，有關此部分的實驗內容是探討 CaCO_3 小粒與不同濃度的氫氯酸和醋酸反應時，由產生氣泡的多少，判斷反應速率的快慢。導引的概念是反應物的濃度效應，即反應物濃度愈大時，反應速率愈快。新實驗教材沒有此實驗。

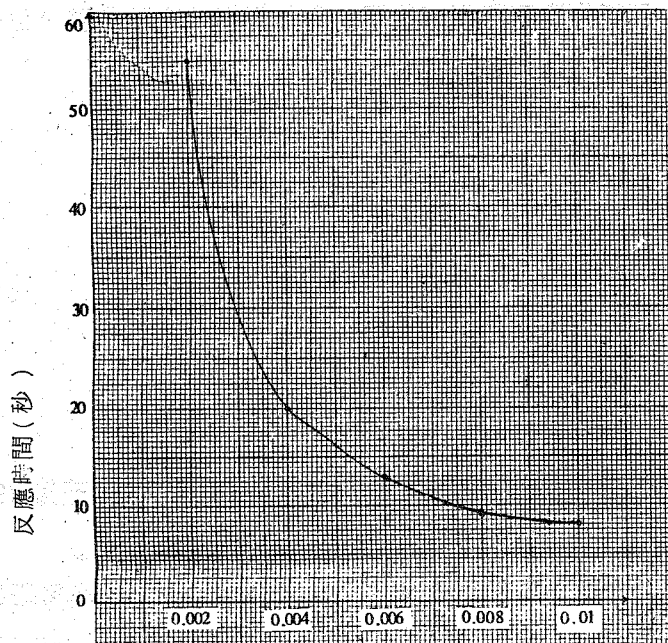
3. 改變反應物之濃度、溫度記錄混合溶液顏色變藍色所需時間。

新教材在高二〔化二·10〕反應速率，舊教材在〔十三〕反應速率之研究，其實驗內容完全相同，皆探討 KIO_3 溶液與 NaHSO_3 溶液之反應。其中離子依下列反應進行：

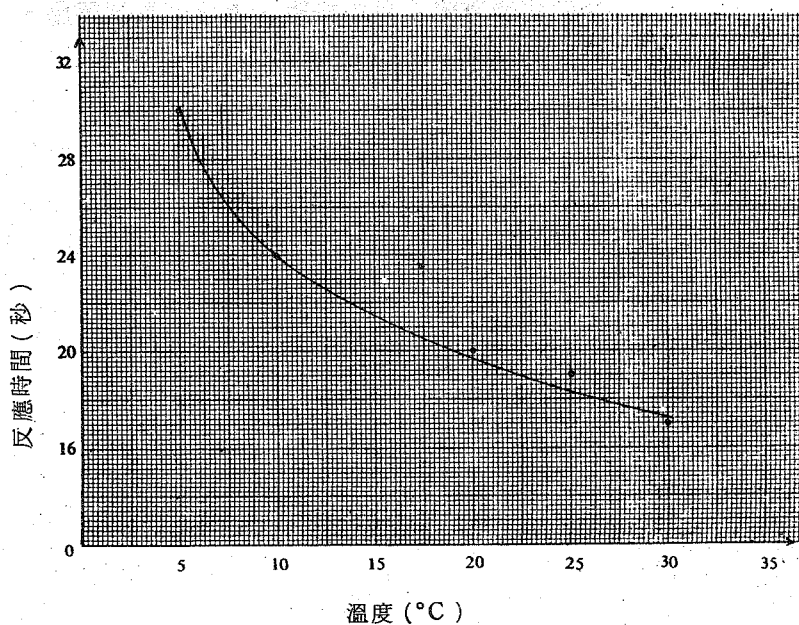


當溶液中的 $\text{HSO}_3^- (\text{aq})$ 耗盡時，溶解在溶液中的 I_2 ，始能與澱粉生成藍色物質。改變 KIO_3 溶液之濃度及改變兩溶液之溫度時，分別記錄兩溶液混合至顏色變藍所需的時

間。導引的概念是反應物濃度與反應物溫度對反應速率有影響，即增加反應物的濃度與升高反應物的溫度時，可增加反應物粒子之有效碰撞次數，因此反應速率增快。根據濃度、溫度效應之實驗數據，以 $\text{KIO}_3(\text{aq})$ 濃度或反應溫度為橫坐標，反應時間為縱坐標，得圖形如下：



KIO_3 濃度 (M)



溫度 (°C)

總而言之，有關“反應熱與反應速率”概念的實驗，舊教材項目比新教材多。（第一階段）定量測定反應熱：新舊教材都測定固態 NaOH 在水中溶解之溶解熱，但舊教材還測定與日常生活有關蠟燭之燃燒熱及我們所熟知的酸鹼中和熱，並導引出反應熱的加成性定律。（第二階段）探討濃度、溫度、催化劑對反應速率的影響：新舊教材都探討“秒錶反應”中，反應物濃度與反應物溫度對其反應速率的影響，但舊教材還探討催化劑及碳酸鈣和不同濃度的氫氯酸和醋酸水溶液的反應速率。

參考資料

1. 師大科教中心：高中基礎理化上冊第 24 頁。
高中基礎理化實驗手冊上冊，國立編譯館。
2. 師大科教中心：高中化學第二冊 16、17 頁。
高中化學實驗手冊第二冊，國立編譯館。
3. a. 陳朝棟、王澄霞：高中化學（自然科組）上冊第 26 頁至第 29 頁。第 198 頁至第 232 頁。
高中化學實驗（自然科組）上冊，商務印書館。
b. 車乘會、吳德堡：高中化學（自然科組）上冊第 39 頁至第 41 頁。第 225 頁至第 248 頁。
高中化學實驗（自然科組）上冊，東華書局。
c. 其他我國各書局出版的高中化學教科書。