

高中新舊化學實驗教材比較研究

(士) 探討“金屬元素及其化合物”

新舊實驗教材之異同

許丹瓊

台北市立第一女子高級中學

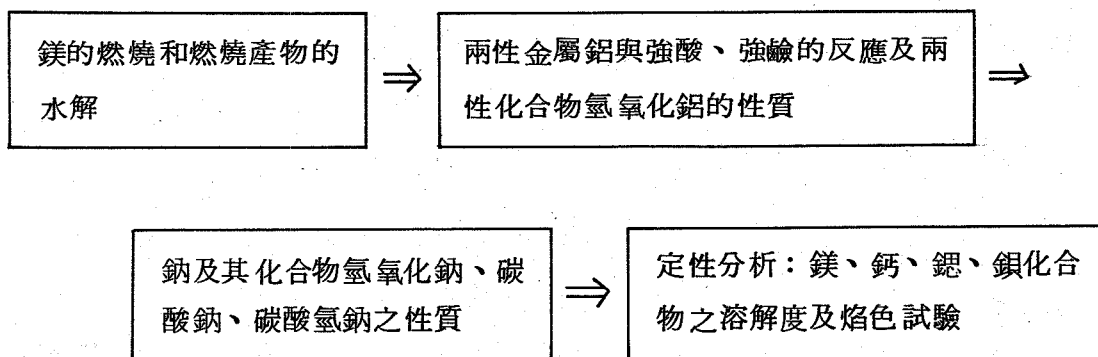
王澄霞

國立臺灣師範大學化學系

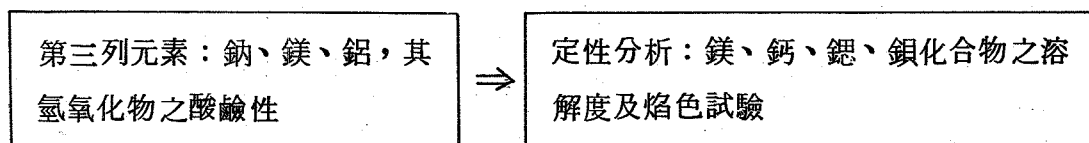
本文針對新舊高中化學教材中，有關「金屬元素及其化合物」主題概念之實驗整理於表中，並就實驗前後順序、實驗項目及內容之異同，加以比較研究^(1,2,3)。

一、實驗前後順序：

新實驗教材：



舊實驗教材：



(二) “金屬元素及其化合物”主題概念之新舊實驗教材要目

新	舊	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	基礎	[基化-10.2] 金屬元素和化合物—— 鎂的燃燒和燃燒產物的水解。	13-5-(8) 鹼土金屬 1. 鎂在空氣中燃燒會產生氧化鎂和氮化鎂。 2. 氧化鎂較不易溶於水，氮化鎂可溶於水並水解，使溶液呈鹼性。	1. 點燃鎂帶移到盛水的蒸發皿正上方。 2. 鎂帶完全燃燒後，殘餘物投入蒸發皿內，並用紅色石蕊試紙，觀察溶液的顏色變化。	鎂帶燃燒時不要直視。	鎂帶 紅色石蕊試紙
理化	理化	[基化-10.3] 兩性元素和化合物—— 鋁在強酸和強鹼中的反應及氫氧化鋁的性質。	13-1 週期表總說 1. 少數元素既可溶於強酸中，又可溶於強鹼中稱為兩性元素如鋁。 2. 鋁與鹽酸、氫氧化鈉作用均可產生氫氣。	1. 加1 M HCl 於鋁粉，以點燃火柴，注意聽聲音的產生。 2. 加1 M NaOH 於鋁粉，以點燃火柴，注意聽聲音的產生。 ※實驗名稱有“氫氧化鋁的性質”但實驗內容卻沒有。	點燃氫氣，傾聽其發出的微爆聲。	1 M HCl 1 M NaOH 鋁粉或鋁片

	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
新	〔化三·5〕鈉及其化合物	12-1-1 鹼金屬的性質及製取 1. 鈉的化性活潑，質軟且密度小須貯於煤油中。 2. 鈉與冷水、酒精作用產生 $H_2(g)$ 。	1. 鈉的性質 (1)置玻片上觀察變化。 (2)以多孔鉛箔包住，投入水中觀察現象。以點燃火柴試驗生成的氣體，以石蕊檢驗鹼性。 (3)投入酒精中，觀察變化。	1. 鈉之貯存與取用。 2. 未反應完的鈉要用酒精處理。	鈉 鉛箔 石蕊試紙 $NaOH(s)$ $NH_4Cl(s)$
教		12-1-2 鹼金屬化合物 1. 氫氧化鈉腐蝕性強，潮解性強，水溶液呈強鹼性，其與銨鹽共熱會產生 $NH_3(g)$ 。 2. 碳酸鈉易溶於水呈鹼性。 3. 碳酸氫鈉溶解度，鹼性比碳酸鈉弱，可用作制酸劑。	2. 氫氧化鈉的性質 (1)置錶玻璃上，觀察外觀。 (2)加水溶解，以石蕊檢驗鹼性。 (3)氯化銨加水溶解，再加入氫氧化鈉微熱，以濕石蕊檢驗，並聞其氣味。 3. 碳酸鈉與碳酸氫鈉 (1)比較溶解度、鹼性。 (2)分別加熱，觀察是否產生氣體，且以點燃火柴試驗。 (3)碳酸鈉溶於水，分盛於三試管，一支加入 HCl ，一支加入 $CaCl_2$ ，一支加入 $MgSO_4$ ，觀察變化。 (4)碳酸氫鈉溶於水，重覆(3)之步驟。	3. 氫氧化鈉之貯存與拿取：絕對不可用手拿取，取出後立即將瓶蓋蓋住。 4. 氫氣之檢驗。 5. 氨之檢驗。	10% $NaOH$ $Na_2CO_3(s)$ 1M $CaCl_2$ 1M $MgSO_4$ $NaHCO_3(s)$ 1M HCl 95% 酒精
材					
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
〔化三・6〕鎂、鈣、鋇、銀及其化合物	12-2 鹼土金屬元素及其重要化合物 1. 鹼土元素化學性質相近，很難分離，可選擇適當陰離子，利用溶解度不同加以分離。 2. 利用焰色鑑別鹼土元素。	1. 沈澱反應 (1) 0.1M Mg(NO ₃) ₂ 放入5支試管中。 (2) 再分別加入0.5MK ₂ CrO ₄ ， 1M(NH ₄) ₂ SO ₄ 、 0.2M(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ 、 2M(NH ₄) ₂ CO ₃ 、 6MNH ₃ ，觀察是否沈澱，並記錄顏色。 (3) 重覆(1)、(2)改用Ca(NO ₃) ₂ 、Sr(NO ₃) ₂ 、Ba(NO ₃) ₂ 2. 焰色試驗 (1) 將清潔鉑絲浸入0.1MMgCl ₂ 中，取出在火焰上加熱，記錄焰色。 (2) 重覆(1)改用CaCl ₂ 、SrCl ₂ 、BaCl ₂ 。 3. 未知物鑑別 利用1、2之分析結果，鑑別未知物所含的陽離子。	1. 焰色試驗及鉑絲的處理。 2. 未知物的鑑別。 3. 離心機之使用。	0.1MMg(NO ₃) ₂ 0.1M Ca(NO ₃) ₂ 0.1M Sr(NO ₃) ₂ 0.1M Ba(NO ₃) ₂ 0.1MMgCl ₂ 0.1M CaCl ₂ 0.1MSrCl ₂ 0.1MBaCl ₂ 2M(NH ₄) ₂ CO ₃ 0.2M(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ 1M(NH ₄) ₂ SO ₄ 0.5MK ₂ CrO ₄ 6MNH ₃ 12MHCl 6MHCl

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
〔二十五〕 第三列元素—— 鈉、鎂、鋁	13-4 第三列元素氫氧化物的 酸性和鹼性	1. 將 Na_2O 或 Na_2O_2 溶於水中。 2. 將 MgO 溶於水中。 3. 6 $\text{MNH}_3(\text{aq})$ 滴入 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$，產生之沈澱物加水。 4. 用橙 IV 或廣用指示劑測溶液或懸浮液的 $[\text{H}^+]$。 5. 將懸浮液一部分滴入 6 MHCl，一部分滴入 6 MNaOH，觀察變化。	1. 配製溶液。 2. 氫氧化物懸浮液滴加強酸、強鹼。	$\text{Na}_2\text{O}(\text{s})$ $\text{Na}_2\text{O}_2(\text{s})$ $\text{MgO}(\text{s})$ 6 MNH_3 1 $\text{MAl}(\text{NO}_3)_3$ 6 MHCl 6 MNaOH 橙 IV 或廣用指示劑
〔二十六〕 用鹼土金屬化合物之溶解度作定性分析	14-6-2 鹼土金屬化合物的溶解度 利用鹽類溶解度的差異和離子的焰色反應，鑑別鹼土金屬各金屬離子。	1. 0.1 $\text{MMg}(\text{NO}_3)_2$、$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$、$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$、$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 放入試管中，各加入 2 $\text{M}(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 觀察是否沈澱，並記錄顏色。 2. 重覆 1，各加入 0.2 $\text{M}(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$、1 $\text{M}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$、0.5 MK_2CrO_4、6 MNH_3。 3. 碳酸鹽沈澱，以 6 MHCl 溶解，供焰色試驗使用。 4. 探討記錄表資料，然後分析未知溶液所含的陽離子。	1. 焰色試驗及鉑絲的處理。 2. 未知溶液之鑑別。 3. 離子機之使用。	0.1 $\text{MMg}(\text{NO}_3)_2$ 0.1 $\text{MCa}(\text{NO}_3)_2$ 0.1 $\text{MSr}(\text{NO}_3)_2$ 0.1 $\text{MBa}(\text{NO}_3)_2$ 含 NH_3 之 2 $\text{M}(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 0.2 $\text{M}(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 1 $\text{M}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.5 MK_2CrO_4 6 MNH_3 12 MHCl 6 MHCl

二、實驗項目之異同

將新舊實驗項目之異同比較如下：

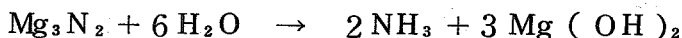
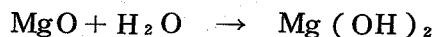
實 驗 項 目	項 目 之 異 同
鎂及其化合物	新教材之實驗 舊教材只有氫氧化鎂溶液 呈鹼性之項目
兩性金屬鋁之反應 及氫氧化鋁之性質	新教材之實驗 舊教材只有氫氧化鋁 懸浮液性質之項目
鈉及其化合物	新教材之實驗 舊教材只有氫氧化鈉溶液 呈強鹼性之項目
鎂、鈣、鋇、鎂 化合物之溶解度	此實驗新舊教材 都有

三、實驗內容之異同

實驗內容之異同，依實驗項目加以比較如下：

1. 鎂及其化合物

新實驗教材〔高一基化-10.2〕鎂的燃燒和燃燒產物的水解：其實驗內容是點燃鎂帶使其完全燃燒後，將燃燒產物投入盛水的蒸發皿內，用紅色石蕊試紙，觀察溶液所呈的顏色。所導引的概念是：鎂帶在空氣中燃燒可發出強烈的白光和大量熱能，並生成氧化鎂和氮化鎂。將此燃燒產物投入水中，會與水作用，方程式如下：

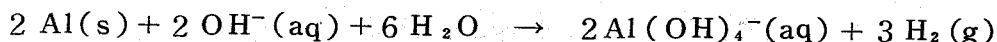
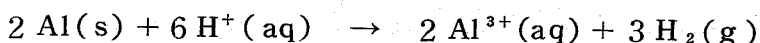


生成之氫氧化鎂和氨在水中呈鹼性，因此會使紅色石蕊試紙變成藍色。

舊實驗教材〔二十五〕第三列元素——鎂：將氧化鎂溶於水中，生成氫氧化鎂，以指示劑測溶液中之 $[\text{H}^+]$ ，觀察其呈鹼性。此實驗新教材的優點是：實驗過程容易引起學生學習的興趣。而舊教材的實驗過程較缺乏趣味性，因氧化鎂不是自己製得的。

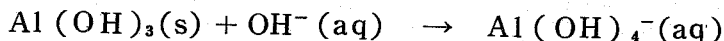
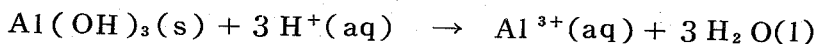
2. 兩性金屬鋁之反應及氫氧化鋁之性質

新實驗教材〔高一基化-10.3〕鋁在強酸和強鹼中的反應及氫氧化鋁的性質：其實驗內容是分別將1 M HCl(aq)、1 M NaOH(aq)加於鋁粉中，觀察所發生的反應。又約10秒後，以點燃的火柴試驗，注意聽聲音的產生。所導引的概念是：鋁是兩性元素，可溶於強酸中產生氫，也可溶於強鹼中產生氫，方程式如下：



因此以點燃的火柴試驗時，都可聽到微爆聲。至於氫氧化鋁之性質，雖然有此實驗項目，但實驗內容並沒有安排出來。

舊實驗教材〔二十五〕第三列元素——鋁：將6 M $\text{NH}_3(\text{aq})$ 滴入 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$ 中，產生氫氧化鋁的膠狀懸浮液，以指示劑測其 $[\text{H}^+]$ 。再將其懸浮液分成二部分，在其中一部分滴入6 M HCl(aq)，在另一部分滴入6 M NaOH(aq)，隨滴隨搖，膠狀物都漸漸溶解，方程式如下：



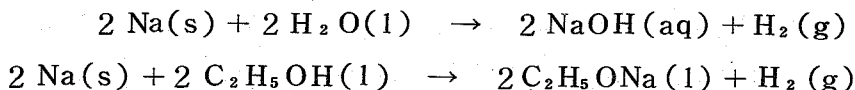
所導引的概念是：難溶性的氫氧化鋁是兩性的氫氧化物，因此加入強酸或強鹼時均會溶解。

此實驗新教材的項目較多，不但有兩性金屬鋁之反應，且有兩性氫氧化鋁性質之實驗項目。但是事實上有關氫氧化鋁性質之實驗，內容並沒有安排出來。舊教材項目較少，只有氫氧化鋁性質之實驗。

3. 鈉及其化合物

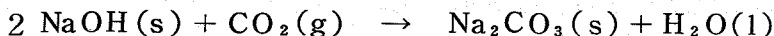
新實驗教材〔化三·5〕鈉及其化合物：其實驗內容分成三部分：

〔第一部分〕鈉的性質：將鈉置玻片上觀察變化。一部分以多孔鋁箔包住，投入水中，觀察發生的現象；另一部分投入酒精中，觀察發生的現象，並分別以點燃的火柴試驗。所導引的概念是：鈉的化性活潑，常溫時易與空氣、水作用，因此必須貯存於煤油中。鈉與冷水和酒精均迅速反應產生氫氣，方程式如下：

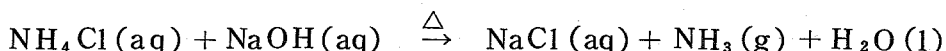


此實驗的優點是能考慮到學生實驗時的安全性，將鈉以多孔鋁箔包住，觀察其與水作用的情形，如此可避免鈉與水劇烈的反應所發生的危險。舊教材沒有此方面的實驗。

〔第二部分〕氫氧化鈉的性質：將氫氧化鈉置玻片上，觀察外觀。加水溶解，以石蕊試紙檢驗其酸鹼性。所導引的概念是：氫氧化鈉為白色、潮解性強的固體，在空氣中吸收二氧化碳形成碳酸鈉而變質，方程式如下：

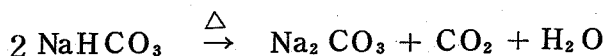


其水溶液呈強鹼性，有強烈腐蝕作用。另外取氯化銨加水溶解後，再加入氫氧化鈉微熱，以濕石蕊試紙檢驗之，並聞其氣味。所導引的概念是：銨鹽與強鹼氫氧化鈉共熱時，會產生氨氣，因而使濕紅色石蕊試紙變成藍色，方程式如下：

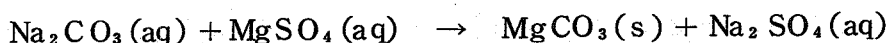
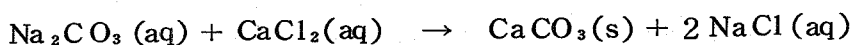


舊實驗教材〔二十五〕第三列元素——鈉：將氧化鈉或過氧化鈉溶於水中，形成氫氧化鈉溶液，以指示劑測其〔 H^+ 〕知道呈強鹼性。此實驗新教材的優點是：實驗項目較多，除了觀察氫氧化鈉置於空氣中的變化外，並以石蕊試紙檢驗其水溶液之呈鹼性。另外提供檢驗銨鹽快速而便捷之方法。而舊教材只將氧化鈉或過氧化鈉溶於水中，得知其呈強鹼性。

〔第三部分〕碳酸鈉與碳酸氫鈉：其實驗內容是比較二者的溶解度、酸鹼性，受熱後變化是否有氣體產生。所導引的概念是：碳酸鈉與碳酸氫鈉能溶於水中，且呈鹼性，但碳酸氫鈉比碳酸鈉溶解度小，且鹼性較弱。受熱時碳酸氫鈉會分解產生二氧化碳，而在同樣條件時碳酸鈉則否，方程式如下：



另外將二者溶於水中後，再分別加入1 M HCl(aq)、1 M CaCl₂(aq)、1 M MgSO₄(aq)等觀察發生之現象。所導引的概念是：二者之溶液加入稀鹽酸時皆產生二氧化碳氣體。加入氯化鈣溶液、硫酸鎂溶液時，碳酸鈉溶液會產生沈澱，而碳酸氫鈉溶液則否，方程式如下：



而舊教材無此方面的實驗。

4. 鎂、鈣、鋇、鋇化合物之溶解度

新實驗教材〔化三·6〕鎂、鈣、鋇、鋇及其化合物，舊實驗教材〔二十六〕用鹼土金族化合物之溶解度作定性分析，其實驗內容相同，皆探討Mg²⁺、Ca²⁺、Sr²⁺、Ba²⁺等離子與CO₃²⁻、C₂O₄²⁻、CrO₄²⁻、SO₄²⁻、OH⁻等離子作用是否有沈澱生成，同時記錄沈澱顏色。並將這些陽離子之溶液作焰色試驗，也利用沈澱反應及焰色試驗分析未知溶液中所含的陽離子。所導引的概念是：鹼土金族元素化性相近，很難分離，但可以利用焰色試驗鑑別溶液中存在的鹼土金族離子，並且可選擇適當陰離子與其形成鹽類，利用鹽類溶解度的差異加以分離。

四、結 語

總而言之，有關「金屬元素及其化合物」概念的實驗比較，可歸納為下列幾點：1. 鎂及其化合物：新實驗教材除觀察鎂帶燃燒現象外，並以紅色石蕊試紙試驗燃燒產物在水中所呈之性質。而舊實驗教材只有氫氧化鎂溶液呈鹼性之項目。2. 兩性金屬鋁之反應及氫氧化鋁之性質：新實驗教材分別加強酸HCl、強鹼NaOH於鋁粉中觀察現象，至於氫氧化鋁之性質，雖然實驗名稱有，但實驗內容却没有安排出來。而舊實驗教材只有氫氧化鋁懸浮液性質之項目。3. 鈉及其化合物：新實驗教材觀察鈉、氫氧化鈉、碳酸鈉及碳酸氫鈉之外觀、溶解度、溶液之酸鹼性、反應等。而舊實驗教材只有氫氧化鈉溶液呈強鹼性之項目。4. 定性分析鎂、鈣、鋇、鋇化合物之溶解度及焰色試驗：新舊實驗教材之實驗內容與所導引的概念完全相同。從以上可以看出新實驗教材項目較多，可以幫

助學生瞭解課本內容，且有一最大優點是先將金屬鈉以多孔鋁箔包住，再觀察與水之反應，如此可避免鈉與水作用太劇烈而發生危險。而舊實驗教材項目較少，且較注重理論之探討如研討週期表第三列元素鈉、鎂、鋁之氫氧化物之鹼性，由左至右變化之趨勢。

參考資料

1. 師大科教中心：高中基礎理化下冊第 38 頁至第 41 頁，第 46 頁至第 52 頁。
高中基礎理化實驗手冊下冊，國立編譯館。
2. 師大科教中心：高中化學第三冊第 73 頁至第 79 頁。
高中化學實驗手冊第三冊，國立編譯館。
3. a. 陳朝棟、王澄霞：高中化學（自然科組）下冊第 142 頁至第 146 頁，第 162 頁至第 165 頁。
高中化學實驗（自然科組）下冊，商務印書館。
b. 車乘會、吳德堡：高中化學（自然科組）下冊第 144 頁至第 145 頁，第 160 頁。
高中化學實驗（自然科組）下冊，東華書局。
c. 其他我國各書局出版的高中化學教科書。