

高中新舊化學實驗教材比較研究

(八)探討“電化學”新舊實驗教材之異同

許丹瓊

臺北市立第一女子高級中學

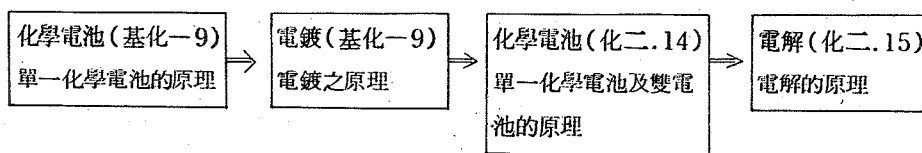
王澄霞

國立臺灣師範大學化學系

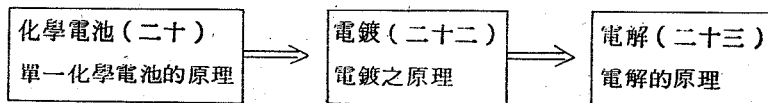
本文針對新舊高中化學教材中，有關“電化學”主題概念之實驗整理於表中，並就概念導引過程，實驗項目及內容之異同，加以比較研究^(1,2,3)。

(1) 概念導引過程：

新實驗教材爲：



舊實驗教材爲：



由上面概念的導引過程，可看出新實驗教材採螺旋式的發展，在高一基礎理化探討單一化學電池的原理，在高二化學時再探討單一化學電池及雙電池的原理，此外新舊教材大致相同。

(2) 實驗項目之異同：

將新舊實驗項目之異同分爲三個階段比較之。

第一階段：有關「化學電池」實驗項目之異同如下：

實驗號碼	實 驗 項 目	項 目 之 異 同
1	測量單一電池之電壓	新舊教材均有，但新教材項目較多
2	測量雙電池之電壓	新教材之實驗，舊教材無
3	變化濃度而測量單一電池之電壓	舊教材之實驗，新教材無

第二階段：有關「電鍍」實驗項目之異同如下：

實驗號碼	實 驗 項 目	項 目 之 異 同
1	電 鍍 銅	此實驗新舊教材均有
	電 鍍 銀	舊教材之實驗，新教材無
2	化學電鍍 (無電極電鍍)	新教材之實驗，舊教材無

第三階段：有關「電解」實驗項目之異同如下：

實 驗 項 目	項 目 之 異 同
電解碘化鉀 溶液製碘	此實驗新舊教材都有

(3) 實驗內容之異同：

第一階段：

1. 測量單一電池之電壓：

新教材在高一〔基化一9〕電池及電鍍及高二〔化二·14〕化學電池，有關此部分的實驗內容部分相同。在高一只測量 $Zn - Cu$ 單一電池之電壓，而在高二測量的單一電池種類多，其內容是由四個半電池，讓學生分別任取兩個半電池而組合成單一電池並測量其電壓，其組合成的單一電池最多可達六種。所導引的概念是化學電池的原理：即兩種不同的導體與其電解質溶液組成兩個半電池時，釋出電子的相對趨勢較大者稱為氧化半電池（陽極），另一個釋出電子的相對趨勢較小者稱為還原半電池（陰極），以鹽橋連接在兩個半電池之間形成通路，利用伏特計測量其電壓。

舊教材〔二十〕電池之反應，則分別測量三種單一電池之電壓，所導引的概念與新實驗教材相同。

(八) “電化學” 主題概念之新舊實驗教材要目

	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 材	基礎理化	[基化-9] 電池及電鍍	11-2 電池 12-1 電解與法拉第定律 1. 法拉第定律 2. 化學當量 3. 克當量數 4. 無電極電鍍 ※ 2~4 課本未提及	1. 鋅銅電池 2. 電鍍銅(示範實驗) 3. 化學電鍍(無電極電鍍)	1. 裝置電池 2. 使用伏特計 3. 電鍍銅的裝置 4. 電鍍銅後陰極表面的處理	鋅片 銅片 1M $Zn(NO_3)_2$ 1M $CuSO_4$ 1M NH_4NO_3 銅網 硫酸銅電鍍液 丙酮 溶液 A (0.6M $AgNO_3$) 溶液 B (2.5M $NaOH$) 2M NH_3 10% 甲醛水溶液 (福馬林)														
	高中	[化二.14] 化學電池	8-3-1 電化電池的原理 1. 化學電池 2. 陽極 3. 陰極 8-3-2 標準還原電位 1. 半電池標準電位 2. 電池標準電位	1. 取 100 mL 燒杯 4 個，記以 A、B、C、D，各杯倒入 30 mL 電解質溶液，並置電極一片。 <table border="1"><tr><th>燒杯</th><th>溶液 (1M)</th><th>電極</th></tr><tr><td>A</td><td>$ZnSO_4$</td><td>Zn</td></tr><tr><td>B</td><td>$NiSO_4$</td><td>Ni</td></tr><tr><td>C</td><td>$CuSO_4$</td><td>Cu</td></tr><tr><td>D</td><td>$AgNO_3$</td><td>C</td></tr></table> 2. 以四個半電池，分別組成電池，記錄其電壓。 3. A、D 與 B、C 兩電池順接、逆接記錄其電壓。	燒杯	溶液 (1M)	電極	A	$ZnSO_4$	Zn	B	$NiSO_4$	Ni	C	$CuSO_4$	Cu	D	$AgNO_3$	C	1. 裝置電池 2. 使用伏特計
燒杯	溶液 (1M)	電極																		
A	$ZnSO_4$	Zn																		
B	$NiSO_4$	Ni																		
C	$CuSO_4$	Cu																		
D	$AgNO_3$	C																		
化學	[化二.15] 電解 碘化鉀溶液製碘	8-5 電解與電鍍 1. 電解：施加外電壓來促進化學反應 2. 陽極：氧化反應 3. 陰極：還原反應	1. 以 u 型管電解 0.5M $KI_{(aq)}$ 15 分鐘。 2. 取出陰極溶液，加入廣用指示劑或酚酞溶液，再加入 0.1M $FeCl_{3(aq)}$ ，觀察結果 3. 取出陽極溶液，加入 CCl_4 ，搖盪並觀察結果。	1. 裝置 u 型管 2. 確認兩極之生成物	0.5M KI 0.1M $FeCl_3$ CCl_4 廣用指示劑 (或酚酞溶液)															

舊	高	[二十]電池之反應	11-1 電池的化學 11-4-3 濃度對預測的影響 根據勒沙特列原理預測非標準狀態時電池電壓之大小如何改變。	1. 銑銅電池 2. 銀銅電池 3. 鉛銅電池 4. 濃度變化對電池電壓的影響： 加 2M Na ₂ S 於銑銅電池中含銅離子之燒杯，注意電壓讀數及溶液變化。	1. 裝置電池 2. 使用伏特計	銅片 銑片 銀片 鉛片 0.5M Zn(NO ₃) ₂ 0.5M Cu(NO ₃) ₂ 0.5M Pb(NO ₃) ₂ 0.5M Ag NO ₃ 2M Na ₂ S 0.5M NH ₄ NO ₃
			11-7 電解	1. 稱取乾燥銅網重量 2. 銅網當陰極，銅片當陽極，加入 CuSO ₄ (aq)，使銅網全部在液中。 3. 銅網（鍍銀）當陰極，鉛板當陽極，加入 Ag ₂ S ₂ O ₃ (aq)，使銅網全部在液中。 4. 將線路接好通 1.0 A 電流，30 分鐘。 5. 取出銅網浸入冷水中，再浸入丙酮中，取出完全乾燥後，用同一天平稱各陰極的重量。	1. 電解的裝置。 2. 電解後陰極表面的處理。	Ag ₂ S ₂ O ₃ (aq) CuSO ₄ (aq) 銅絲 銅板 鉛板 丙酮
			[二十三]電解碘化鉀溶液製碘	1. 以 u 型管電解 0.5M KI(aq) 30 分鐘。 2. 取出陰極溶液，加入酚酞溶液，再加入 0.1M FeCl ₃ (aq)，觀察結果。 3. 取出陽極溶液，加入 C.Cl ₄ ，搖盪並觀察結果。	1. 裝置 u 型管 2. 確認兩極之生成物	0.5M KI 0.1M FeCl ₃ CCl ₄ 酚酞溶液
教	中	[二十二]電解時銅、銀莫耳數與電子莫耳數之關係	11-7 電解	1. 稱取乾燥銅網重量 2. 銅網當陰極，銅片當陽極，加入 CuSO ₄ (aq)，使銅網全部在液中。 3. 銅網（鍍銀）當陰極，鉛板當陽極，加入 Ag ₂ S ₂ O ₃ (aq)，使銅網全部在液中。 4. 將線路接好通 1.0 A 電流，30 分鐘。 5. 取出銅網浸入冷水中，再浸入丙酮中，取出完全乾燥後，用同一天平稱各陰極的重量。	1. 電解的裝置。 2. 電解後陰極表面的處理。	Ag ₂ S ₂ O ₃ (aq) CuSO ₄ (aq) 銅絲 銅板 鉛板 丙酮
			[二十三]電解碘化鉀溶液製碘	1. 以 u 型管電解 0.5M KI(aq) 30 分鐘。 2. 取出陰極溶液，加入酚酞溶液，再加入 0.1M FeCl ₃ (aq)，觀察結果。 3. 取出陽極溶液，加入 C.Cl ₄ ，搖盪並觀察結果。	1. 裝置 u 型管 2. 確認兩極之生成物	0.5M KI 0.1M FeCl ₃ CCl ₄ 酚酞溶液
材	化					

2. 測量雙電池之電壓：

新教材在高二〔化二·14〕化學電池：用伏特計分別測量半電池順接或逆接四個半電池組合成雙電池時之電壓。所導引的概念是：當兩個單電池順接時，其雙電池電壓為兩個單電池電壓之和，而逆接時其雙電池電壓為兩個單電池電壓之差。舊教材在化學下冊11-3 電子的爭取和釋放中亦討論到雙電池順接、逆接時之電壓，但無配合的實驗。

3. 單一電池電壓與濃度關係之測量：

舊教材〔二十〕電池之反應：實驗內容是測量 Zn - Cu 電池之電壓後，慢慢滴入 2M $\text{Na}_2\text{S}_{(\text{aq})}$ 於含銅離子燒杯中，觀察伏特計電壓讀數之變化。所導引的概念是：當滴入 2M $\text{Na}_2\text{S}_{(\text{aq})}$ 時，因 $[\text{Cu}^{2+}]$ 減小，平衡向左移動，因此伏特計電壓讀數會慢慢變小。

舊教材此實驗的優點為探討實驗變因即變化濃度時，可先預測單一電池之電壓可能變大或變小，然後由觀察伏特計電壓讀數之變化驗證之。此種教材的編排可以引起學生的學習興趣及培養其創造力。新教材沒有此方面的實驗。

第二階段：

1. 電鍍銅、電鍍銀：

新教材在高一〔基化一9〕電池及電鍍，舊教材在〔二十二〕電解時銅、銀莫耳數與電子莫耳數之關係，皆探討電鍍的實驗。其相同之實驗項目是在銅網上電鍍銅，而舊教材多了一項實驗，即另取一銅網電鍍銀。其所導引的概念不相同，新教材所導引的概念是：電鍍時析出物質之克當量數等於通入電量之法拉第數，由此關係計算出法拉第電解常數值（F）。而舊教材所導引的概念是：電鍍時析出的銅、銀莫耳數與電子莫耳數之定量關係。至於新舊教材對於實驗數據之處理與應用亦不相同，新教材沒有考慮到數據之不準度，而舊教材對於數據之處理考慮到所使用儀器的不準度。

(2) 化學電鍍（無電極電鍍）：

新實驗教材在高一〔基化一9〕電池及電鍍：其實驗內容為在含氫氧化銀或氧化銀的水溶液中，加入適量還原劑（如甲醛），則可析出金屬銀沉澱並附着在試管內壁，形成銀鏡。所導引的概念是：將含有金屬鹽的水溶液與可溶性還原劑混合，則經過溶液中的氧化還原反應所生成的金屬原子，可附着於浸在溶液中的物體表面，稱為化學電鍍（無電極電鍍）。

第三階段：電解

新實驗教材〔化二·15〕電解碘化鉀溶液製碘，舊實驗教材〔二十三〕電解碘化鉀

溶液製碘，不但實驗名稱相同，其實驗內容亦相同。皆探討碘化鉀水溶液之電解，因碘離子比水分子更易氧化，可以在陽極氧化而產生碘，而鉀離子比水分子不易還原，因此水分子可以在陰極還原而產生氫氧離子與氫氣，且電解完畢後分別確認在兩電極上所產生之生成物。所導引的概念都是：當電解鹽類的水溶液時，鹽類的離子如果較水分子本身更容易被氧化或還原時，可以導致此等離子的氧化或還原。

結語與建議：

總而言之，有關“電化學”概念的實驗，〔第一階段〕化學電池：新教材的優點是在高二化學實驗時，利用四個半電池，讓學生自由組合成不同之單一電池，分別測量其電壓。此種教材的編排，不但測量之單一電池種類多，且注重實驗變因之探討。新教材還測量雙電池順接、逆接時之電壓。舊教材則指定學生測量三種單一電池之電壓，此種編排較缺乏彈性，所測單一電池之種類也較少，但舊教材的優點是探討實驗變因即變化濃度時，可先預測單一電池之電壓可能變化，然後由實驗驗證之。上述兩教材的編排同樣可以引起學生的學習興趣及培養他們的創造力。〔第二階段〕電鍍：新舊教材除了電鍍銅的項目相同外，舊教材多了一項電鍍銀，其所導引的概念，實驗數據的處理及應用都不相同。且新教材在高一基礎理化由電鍍銅、化學電鍍實驗導引出「化學當量」「克當量數」「化學電鍍」之概念，由於這些概念在課本中未提及，因此課本概念與實驗教材無法銜接配合。我們建議在高一只讓學生做低層次之電鍍實驗，等到高二（化學第二冊第八章），再做較高層次的電鍍實驗，那麼教科書與實驗方能互相配合，教材的編排將更為完整。〔第三階段〕電解：新舊實驗教材不但實驗名稱相同，其實驗內容與所導引的概念亦完全相同。

參考資料

1. 師大科教中心：高中基礎理化下冊第 2 頁至第 3 頁，第 24 頁至第 25 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：高中化學第二冊第 53 頁至第 65 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）下冊第 73 頁至第 100 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 94 頁至第 112 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。