

高中新舊化學實驗教材比較研究

(九)探討“氧化還原”

新舊實驗教材之異同

許丹瓊

台北市立第一女子高級中學

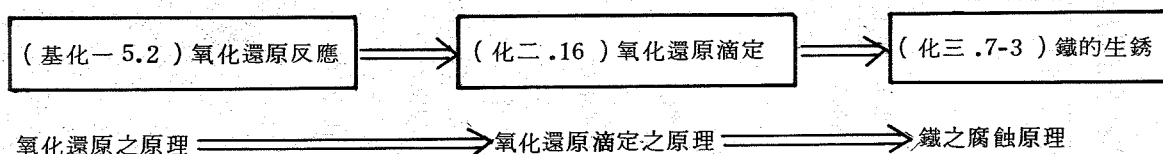
王澄霞

國立臺灣師範大學化學系

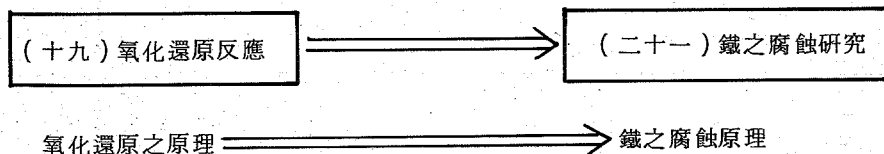
本文針對新舊高中化學教材中，有關“氧化還原”主題概念之實驗項目加以比較研究並整理於表中^(1,2,3)。

一、概念導引過程：

新實驗教材：



舊實驗教材：



從上面概念導引過程可以看出新舊實驗教材首先導引的概念相同，都是氧化還原之原理。接著導引的概念應用雖然新舊實驗教材都有鐵之腐蝕原理，但新實驗教材還多出氧化還原滴定之原理。

(九) “氧化還原”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 教 材	基礎理化	〔基化—5·2〕 氧化還原反應	6-6 氧化還原反應 1. 氧化反應 2. 還原反應 3. 常見金屬失去電子的難易	1. 銑片稱重放入0.1M 醋酸鉛溶液30 mL中。 2. 觀察銑表面鉛樹長出的情況 3. 取出鉛塊、清洗、稱重。	0.1M 醋酸鉛 銑片
	高中化學	〔化二·16〕 氧化還原滴定	8-2 氧化還原反應的平衡 1. 氧化劑 2. 還原劑 3. 氧化還原滴定 4. 氧化劑、還原劑當量	1. 使用滴定管 2. 觀察二苯胺磺酸鈉指示劑在滴定終點的變色	約0.018MK ₂ Cr ₂ O ₇ , Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ ·6H ₂ O(S) 6M HCl 85% H ₃ PO ₄ , 二苯胺磺酸鈉溶液 含鐵(II) 鹽未知物
舊 教 材	〔十九〕 氧化還原反應	11-4-2 依半電池的電勢表預測反應 依半電池的標準氧化電勢表：左行較上端的物質即還原劑，可與右行較下端的物質即氧化劑自然發生反應。	1. 觀察金屬 Zn、Pb、Cu 與金屬離子 Zn ²⁺ 、Pb ²⁺ 、Cu ²⁺ 間的氧化還原反應。 2. 觀察 Cl ₂ (aq), Br ₂ (aq), I ₂ (alc) 在 CCl ₄ 中的顏色。 3. 觀察鹵素 Cl ₂ , Br ₂ , I ₂ 與鹵素離子 Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻ 間的氧化還原反應。	1. 觀察金屬表面的變化，判斷氧化還原反應是否發生。 2. 觀察 CCl ₄ 層顏色，判斷氧化還原反應是否發生。	銅片 銑片 鉛片 0.1M Zn(NO ₃) ₂ 0.1M Cu(NO ₃) ₂ 0.1M Pb(NO ₃) ₂ 0.1M NaCl 0.1M NaBr 0.1M NaI 氯水 溴水 碘的酒精溶液

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
〔二十一〕鐵之腐蝕研究	11. 氧化還原反應 使學生熟悉氧化還原原理之實際應用 1. 鐵生銹的因素 2. 鐵與不同金屬接觸的生銹情形。 ※1, 2 在課本第十五章第一列過渡元素之15-12鐵各論中才提及。	1. 鐵與數種試劑的反應 2. 二金屬的反應 (1) 琼脂溶液加 0.1MK₃Fe(CN)₆和酚酞。 (2) 四支鐵釘，一支維持原狀，一支彎曲，一支繞銅絲，一支繞鋅片。 (3) 放培養皿中，倒入琼脂溶液，作觀察。	1. 鑑別鐵釘是否生銹 2. 琼脂溶液倒入培養皿中的技術。	銅絲 鋅片 琼脂 0.1MFeSO₄ 0.1MK₃Fe(CN)₆ 1%酚酞 0.1M KOH 0.1M Na₂CO₃ 0.1M KNO₃ 0.1M HNO₃ 0.1M NaOH 0.1M Na₂Cr₂O₇ 0.1M NaCl 0.1M HCl 0.1M Na₃PO₄ 0.1M Na₂C₂O₄ 0.1M NaSCN 0.1MH₂SO₄ 蒸餾水

二、實驗項目之異同：

1. 「氧化還原反應」實驗：

實 驗 項 目	異 同
觀察金屬 (Zn, Pb, Cu) 與其離子 (Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+}) 間之氧化還原反應	新教材只觀察 Zn 與 Pb^{2+} 間之氧化還原。舊教材觀察三種金屬與其三種離子間之氧化還原反應
觀察鹵素 (Cl_2 , Br_2 , I_2) 與其離子 (Cl^- , Br^- , I^-) 間之氧化還原反應	舊教材之實驗

2. 「氧化還原滴定」實驗：

實 驗 項 目	異 同
利用標定之重鉻酸鉀溶液，滴定未知試料中含鐵(II)量。	新教材之實驗 舊教材無

3. 「鐵之腐蝕研究」實驗：

實 驗 項 目	異 同
觀察鐵釘在數種酸、鹼性溶液中，及鐵釘分別與鋅片、銅絲接觸時之腐蝕情形。	此實驗新舊教材均有。但其呈現順序不同，新教材配合過渡元素及其化合物之部份，而舊教材配合氧化還原之部分。

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. 氧化還原反應

新舊教材實驗活動名稱相同，實驗內容皆是觀察金屬與其離子間的氧化還原反應。但新教材實驗項目少，僅將鋅片放入醋酸鉛溶液中，觀察鉛樹之成長。而舊教材實驗項目多，將鋅片、鉛片、銅片各三片分別放入硝酸鋅、硝酸鉛、硝酸銅溶液中，觀察各金屬片表面之現象。且舊教材之實驗內容多出氯水、溴水、碘水分別加入含四氯化碳之 KBr , KI ; $NaCl$, KI ; $NaCl$, KBr 之溶液中，觀察四氯化碳層之顏色變化，推測

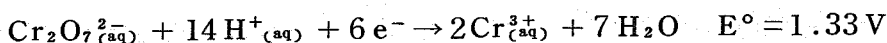
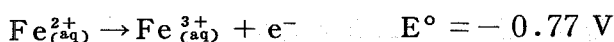
鹵素與鹵素離子間所發生之氧化還原反應。雖然新教材也有此部分實驗內容，但配合化學第三冊鹵素及鹵素離子之課堂教材，所以在此不討論。

新舊實驗所導引的概念相同：即在一個反應中，若有電子從一個物種轉移到另一個物種就稱為氧化還原反應。將失去電子的一方稱為氧化，得到電子的一方稱為還原。

舊實驗教材的優點是實驗項目多且讓學生自由組合三種金屬 Zn、Pb、Cu 與其離子 Zn^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cu^{2+} 間，三種鹵素 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 與其離子 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 間之氧化還原反應。可以利用實驗結果將金屬離子、鹵素元素還原容易性的減低順序排列出。使學生體會到為何有氧化還原反應的發生，教材編排靈活富有彈性，容易引起學生們的學習興趣。而新實驗教材之缺點是實驗項目太少，只能引起學生的好奇心，且由於沒有探究活動，不能使學生體會到為什麼會發生氧化還原反應。

2. 氧化還原滴定

新實驗教材 [化二 .16] 氧化還原滴定，其實驗內容是先標定重鉻酸鉀溶液濃度，再利用標定之重鉻酸鉀溶液，滴定未知試料中含鐵 (II) 量。由二苯胺磺酸鈉指示劑之變色判斷滴定終點。所導引的概念是：氧化還原滴定達到終點時（一般將其視為當量點），氧化劑的當量數等於還原劑的當量數。本實驗半反應為：



因此利用標定過之重鉻酸鉀容積莫耳濃度 (C)，滴定未知試料 (重 W) 中含鐵 (II) 量，若用去體積 V mL，則未知試料含鐵 (II) 之莫耳數 (n) 可先求出：

$$C \times 6 \times \frac{V}{1000} = n \times 1 \quad \text{再求未知試料含鐵之重量百分率為：} \frac{n \times 56}{W} \times 100 \%$$

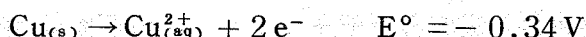
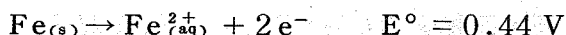
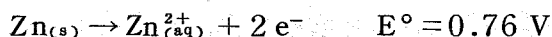
(Fe 原子量：56)。

新實驗教材特色是學生除了學習酸、鹼滴定外，還有機會進行氧化還原滴定，探討高一層次有關氧化還原反應量的關係。由於學生已學習過酸、鹼滴定，因此對氧化還原滴定的實驗相當能接受，而舊教材沒有此實驗。美、英、日等國的高中教材也都無此實驗，而將它安排在大一普通化學實驗中。若上課時數一定，建議在高中氧化還原實驗教材中多安排幾種定性實驗，使學生從元素還原容易性的減低順序中，體會到為何有氧化還原反應的發生，而將氧化還原滴定安排在大一普通化學實驗中。

3. 鐵之腐蝕研究

舊實驗教材 [二十一] 鐵之腐蝕研究，將氧化還原反應應用到與日常生活有關之方

面，實驗內容是觀察鐵釘在數種酸性、鹼性、中性溶液中之生銹情形。實驗結果可以歸納出「鐵釘在酸性中易生銹，而在鹼性中不易生銹」之規律性。另外也觀察鐵釘分別與鋅片、銅絲接觸時之生銹情形，實驗結果是鐵釘與鋅片接觸時不易生銹，而與銅絲接觸時易生銹。此結果可以利用鋅、鐵、銅等金屬之標準氧化電位 (E°) 值來解釋：



當鋅片與鐵釘接觸時，因鋅之 E° 值大於鐵之 E° 值，所以鋅比鐵更易氧化，因此可以保護鐵釘不生銹。而當銅絲與鐵釘接觸時，因鐵之 E° 值大於銅之 E° 值，所以鐵比銅更易氧化，因此會加速鐵釘之生銹。

新教材也有“鐵之腐蝕”實驗，且新舊實驗教材所導引的概念相同都是以氧化還原之原理探討鐵之腐蝕，但其所呈現之順序不同，新實驗教材強調鐵為過渡元素，將鐵生銹變成鐵之氧化物當作過渡元素化合物，所以配合化學課本第三冊第十二章之 12-4 過渡元素及其化合物之部分。舊實驗教材強調鐵之腐蝕是變成氧化物，這過程顯然包括了氧化劑的氧化作用，因此以鐵之生銹探討物質氧化反應，所以配合化學課本下冊第十一章氧化還原之部分，其缺點是實驗教材與課本教材之時間安排不能互相銜接配合。因課本直到第十五章第一列過渡元素之 15-12 鐵各論，才探討鐵生銹的因素及鐵與不同金屬接觸的生銹情形。

四、結 語

新舊化學實驗教材中，有關“氧化還原”概念的實驗的比較，可歸納為下列幾點：

1. 氧化還原反應：新教材實驗項目少，只能引起學生的好奇心，而不能體會到為什麼會發生氧化還原反應。而舊教材實驗項目多，且教材編排能使學生體會到為何有氧化還原反應的發生，容易引起他們的學習興趣。2. 氧化還原滴定：新教材之實驗，使學生除了做酸、鹼滴定外，還有機會進行氧化還原滴定，而舊教材及美、英、日等國的高中教材都無此實驗，而將它安排在大一普通化學實驗中。3. 鐵之腐蝕研究：舊教材使用氧化還原原理，探討日常生活所熟知鐵之腐蝕現象，但其缺點是實驗教材與課本教材之進度安排不能互相銜接配合。而新教材亦使用氧化還原原理，探討鐵之腐蝕，其優點是實驗教材與課本教材之進度安排能互相銜接配合。

參考資料

1. 師大科教中心：高中基礎理化上册第 92 頁至第 95 頁。
高中基礎理化實驗手冊上册，國立編譯館。
2. 師大科教中心：高中化學第二册第 49 頁至第 53 項。
高中化學實驗手冊第二册，國立編譯館。
3. a. 陳朝棟、王澄霞：高中化學（自然科組）下册第 75 頁至第 81 頁，第 189 頁至第 191 頁。
高中化學實驗（自然科組）下册，商務印書館。
b. 車乘會、吳德堡：高中化學（自然科組）下册第 100 頁至第 102 頁，第 184 頁至第 185 頁。
高中化學實驗（自然科組）下册，東華書局。
c. 其他我國各書局出版的高中化學教科書。

本刊第 103 期“GOOD CHEMICAL EDUCATION FOR GIFTED STUDENTS”排版有錯，應將第六頁整個版面移到第 3 頁的第 4 行與第 5 行之間。特此更正並致歉。

編輯部啓事