

## 範例三 鄭建立老師之教材教法(一)

一、教學單元：電池

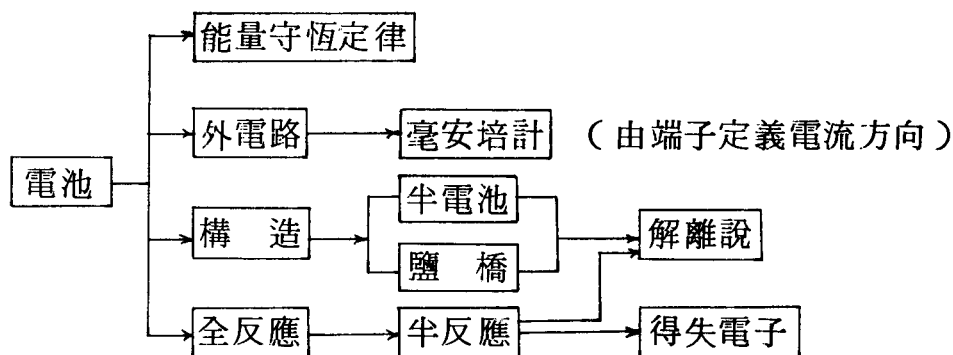
二、教學目標：

- (一) 能夠認識一般化學電池的構造，如 Zn-Cu 電池，進而能瞭解鉛電池和乾電池。
- (二) 能夠由實驗中觀察判定電流的方向，進而定義電池的正、負極以及電子得失情形。
- (三) 能夠瞭解鹽橋在化學電池中的功能。
- (四) 能夠由半電池溶液顏色的變化判斷濃度、電流大小變化的趨勢。
- (五) 能夠由伏打電池推導出鉛蓄電池及乾電池的放電原因，並能圖示其化學電池。
- (六) 能夠寫出電池的半反應以及全反應。

三、教學對象：三年級學生（常態班級，理化 A 組）

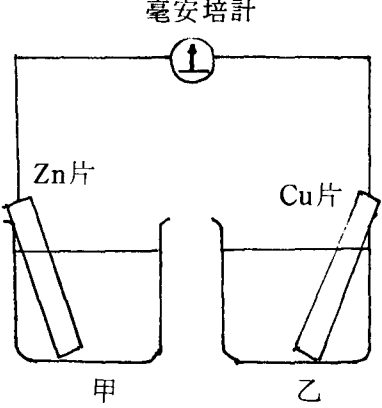
四、教學時間：二小時（含實驗課程）

五、概念分析：



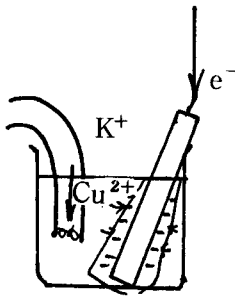
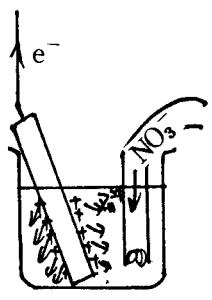
六、教學活動：

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
10分	電池構造	<p><b>1.講解：<u>電池的構造</u></b>            (1)半電池是由金屬與電解質溶液構成的。(通常金屬片與電解質的陽離子是相同的元素，係為避免一些其他反應。)            甲杯：<math>\text{Zn}</math>片與<math>0.1\text{M ZnSO}_4(\text{aq})</math>無色水溶液             乙杯：<math>\text{Cu}</math>片與<math>0.1\text{M CuSO}_4(\text{aq})</math>藍色水溶液</p> <p>(2)將毫安培計與兩個半電池(<math>\text{Zn-Cu}</math>半電池)用導線聯結，裝配線路示範給同學看。(註：此時尚未接上鹽橋)</p> <p>(3)請同學預測：            問：此時毫安培計指針是否會發生偏轉呢？</p>	<p>同學觀察金屬片與溶液之顏色等外觀情形。</p> <p>部分同學答：(會)。(對於直流電路中“斷路”還不甚明白。)</p>	<p>(實驗室中)</p> <p>(留一些備用以作為對照)</p>
20分	鹽橋功能	<p><b>2.講解、說明、板書：<u>鹽橋的功能和用途</u></b>(繪出<math>\text{Zn-Cu}</math>電池電路圖)            (1)由於未接上U型管的裝置(稱為鹽橋)，觀察到整個裝置是呈斷路狀態。</p>		

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
		<p>A. Zn-Cu 電池：</p>  <p>0.1M ZnSO<sub>4(aq)</sub> (無) 0.1M CuSO<sub>4(aq)</sub> (藍)</p> <p>(A)若兩燒杯間無鹽橋，則毫安培計指針的讀數為零（無電流）呈斷路狀態。</p> <p>(2)展示鹽橋給同學觀察。 說明鹽橋的構造： 由可溶性的鹽類水溶液所組成的電解質水溶液，置於U型管中兩端用棉花塞住兩端，儘量避免內部有氣泡。</p> <p>(B)鹽橋的功用（電流的橋樑） (a)藉可溶性的鹽類溝通電路。 (b)使兩極的溶液保持電中性。 (c)使電流通過的作用。</p>	<p>學生聆聽，筆記重點。</p>	

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
20分	電池半反應	<p>(3)待會兒同學實作時，要注意觀察幾件事情：</p> <p>①接上鹽橋後，電流是由毫安培計的那一個端子進入的？</p> <p>②藉由上述的判定，能否推測出電池的正負極呢？鋅是什麼極？銅是什麼極？</p> <p>③經過一段時間後，兩極金屬的表面變化如何？重量變化如何？溶液顏色變化如何？請同學觀察並記錄之（約20分鐘）</p> <p>3. 講解、板書：<u>正、負極、電流方向</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(C)接上鹽橋後，由毫安培計判定導線上的電流是由銅片端流出，向鋅片端流入。</p> <p>(D)定義：（電流由高電位流向低電位）</p> <p style="margin-left: 20px;">{ 負極：鋅片（Zn） 正極：銅片（Cu）</p> <p>而電流與電子流動方向相反，故知鋅片（負極）放出電子（<math>e^-</math>），而銅片（正極）得到電子（<math>e^-</math>）。</p> <p>（板書：將圖形補充）</p> </div>	同學實作、觀察並記錄（4人一小組）。	

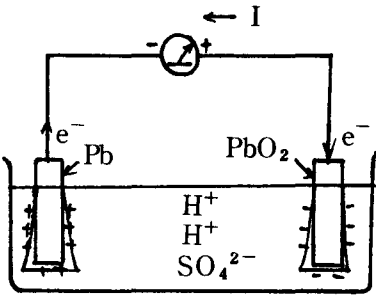
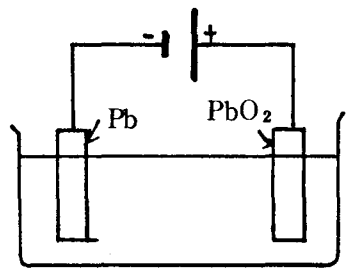
時間	概念	老師活動	學生活動	備註
		<div data-bbox="493 331 909 663" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="454 741 956 951" data-label="Text"> <p>(E)毫安培計指針讀數逐漸變小，表示其電流減弱了，由於〔<math>\text{Cu}^{2+}</math>〕的顏色逐漸變淡，內電阻增加所致。</p> </div> <div data-bbox="493 995 956 1470" data-label="Text"> <p>④現在將銅半電池內的銅片取出，外觀有何變化？（用刀片刮刮看）。 則銅片（正極）的重量較原來如何？ 相對地，鋅片（負極）的重量又較原來如何？ （一般由外觀可稍許判斷出一些端倪）</p> </div> <div data-bbox="454 1515 956 1736" data-label="Text"> <p>(F)正極的半反應： <math display="block">\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}</math> 因Cu析出，且溶液中<math>\text{Cu}^{2+}</math>濃度變小，故反應為<math>\text{Cu}^{2+}</math>，得到</p> </div>		

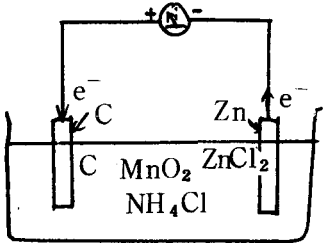
時間	概念	教師活動	學生活動	備註
		<p><math>2e^-</math> 變成 <math>Cu</math>。</p> <p>(圖示)</p>  <p>銅片重量增加，而 <math>[Cu^{2+}]</math> 減少，使溶液顏色變淡，而鹽橋中以 <math>K^+</math> 來補充正電荷，即陽離子游向正極，使溶液保持電中性。</p> <p>(G) 負極的半反應：</p> $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ <p>因 <math>Zn</math> 片重量減輕，而且放出電子，故反應為 <math>Zn</math> 放出 <math>2e^-</math> 變成 <math>Zn^{2+}</math>。</p> <p>(圖示)：</p>  <p>鋅失去電子，成為 <math>Zn^{2+}</math> 溶於水，燒杯中 <math>[Zn^{2+}]</math> 增大，但顏色不變，鹽橋以 <math>NO_3^-</math> 陰離</p>		







時間	概念	教師活動	學生活動	備註
20分	充電、放電概念	<p>(b)蓄電池：電池放電後，消耗電能，若施加<u>外加電壓</u>，進行逆反應，使其將電能以化學能的方式儲存起來（充電），尚可重覆使用者。</p> <p>(B)裝置：</p> <p>(a)放電：</p>  <p>正、負極最終產物均變成白色的硫酸鉛（<math>\text{PbSO}_4</math>），故重量皆增加。</p>		
15分	預測電池反應	<p>(b)充電：</p>  <p>充電是放電的逆反應，故此 時 Pb 應得 <math>e^-</math>，<math>\text{PbO}_2</math> 應失</p>		

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
10分		<p>電子，所以，Pb 應接於外電源的負極，而 PbO<sub>2</sub> 接外電源的正極。</p> <p>外電源之正極接電池之正極          外電源之負極接電池之負極</p> <p>(C)鉛電池製成多層片狀的目的，係增加鋅與硫酸的接觸面積以促進反應速率。而正、負極間加塑膠絕緣板的目的係使正負極板隔離。</p> <p>(D)鉛電池放電一段時間後，硫酸減少，且水量增加，故電解質溶液濃度變稀，使內電阻增大，供應的電流減少。</p> <p>(E)缺點：相當笨重（如隨身聽 walk man + 鉛電池 ⇒ ？），酸霧… etc，造成使用上不方便，而乾電池是較方便的。</p> <p>B. 乾電池：約 1.5 V</p> <p>(A)構造：（課本 22 頁圖）</p>  <p>（黑：C 粉，MnO<sub>2</sub>，白：NH<sub>4</sub>Cl，ZnCl<sub>2</sub>）</p>	要求同學練習繪圖說明	

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
		◎環保電池（綠色電池） 因含重金屬宜回收，如水銀電池（MERCURY）、鋰電池（LITHIUM）、銀電池（SILVER）鹼性電池（ALKALINE）。		

(A) 概念分析試題：

1. 電池產生電流的原因是什麼？
2. Zn-Cu 電池中鹽橋有何功能？
3. Zn-Cu 電池在負極燒杯〔 $\text{ZnSO}_4(\text{aq})$ 〕中，那一種離子的濃度在反應中發生了改變？  
Zn-Cu 電池在正極燒杯〔 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 〕中，那一種離子的濃度在反應中發生了改變？  
那又如何使二燒杯中的溶液保持電中性呢？
4. 鹽橋中的電解質之陰陽離子是如何游動的呢？
5. 正極（Cu 片）半反應方程式如何表示？負極（Zn 片）半反應方程式如何表示？全反應方程式又如何表示呢？
6. 由全反應方程式中，你如何判斷金屬活性大小呢？何者較大？
7. 電池使用一段時間後，毫安培計讀數漸小的原因為何？
8. Zn-Cu 電池放電過程中，正極（Cu 片）所得電子數與負極（Zn 片）失去電子數的關係是如何？理由是什麼？
9. 試繪出 Zn-Cu 電池放電的電路圖形。
10. Zn-Cu 電池放電過程中，兩極金屬片的重量總和較放電前增加、減少或不變？（ $\text{Zn} = 65.4$ ， $\text{Cu} = 63.5$ ）理由何在？
11. 承上題，是否違反了質量守恆定律？理由何在？

(B) 試題分析：

- | 1. 電池產生電流的原因是什麼？          | 百分比  |
|---------------------------|------|
| (1) 化學能轉換成電能。             | 15 % |
| (2) 有電位差。                 | 43 % |
| (3) 粒子(離子、電子、... etc)之流動。 | 13 % |
| (4) 金屬活性大小。               | 4 %  |
| (5) 空白。                   | 25 % |

評析：約有四分之一的學生不會答本題，一般對日常生活的現象視為理所當然，而近一半的同學都以因有電位差而產生電流來答題，顯然學生剛學完電學單元較熟悉教材。另有一些學生能夠用能量守恆的概念來答題，頗值鼓勵，但有少數學生認為電池“用光了”是因為電池中的“電子消耗光了”，值得加以注意，予以修正。

- | 2. Zn-Cu 電池中鹽橋有何功能？   |      |
|-----------------------|------|
| (1) 溝通電路，並使二電極溶液保持電中性 | 33 % |
| (2) 溝通電路。             | 27 % |
| (3) 使溶液保持電中性。         | 19 % |
| (4) 幫助導電。             | 12 % |
| (5) 空白。               | 9 %  |

評析：八成以上同學對鹽橋均有一些概念，一般由於教師教學上均能有效地強調此一概念，而且學生對於“填充式”的問題較熟悉，但“溝通電路”與“溝通電流”二名詞上的運用，應指導學生用前者較正確的名詞。

3. Zn-Cu 電池在負極燒杯 [  $\text{ZnSO}_4(\text{aq})$  ] 中，那一種離子的濃度在反應中發生了改變？(1)

Zn-Cu 電池在正極燒杯 [  $\text{CuSO}_4(\text{aq})$  ] 中，那一種離子的濃度在反應中發生了改變？(2)

那又如何使二燒杯中的溶液保持電中性呢？(3)

- |                           |      |
|---------------------------|------|
| (1) $\text{Zn}^{2+}$ 正確者。 | 76 % |
| (2) $\text{Cu}^{2+}$ 正確者。 | 74 % |

(3) 正確者。 76 %

評析：約有 $\frac{3}{4}$ 左右的學生知道燒杯中離子的濃度發生改變，但少數

同學不知何種離子濃度改變，甚至還有認為 $[\text{SO}_4^{2-}]$ 改變

者。 $\frac{3}{4}$ 的學生知道用鹽橋可保持溶液的電中性，唯如何使之

保持電中性，確須要另外命題以評定之。

4. 鹽橋中的電解質之陰陽離子是如何游動的呢？

(1) 陽離子( $\text{K}^+$ )游向正極，陰離子( $\text{NO}_3^-$ )游向負極。 63 %

(2) 陽離子游向負極，陰離子游向正極。 22 %

(3) 空白。 15 %

評析：約 $\frac{1}{4}$ 左右的學生還不是很清楚“電中性”的概念，均錯誤地

背誦以“陽離子游向負極，陰離子游向正極”，以“正、負電相吸”的概念來解釋，但亂套概念以答題，足見其沒有概念。

5. 正極(Cu片)半反應方程式如何表示？負極(Zn片)半反應程式如何表示？全反應方程式又如何表示呢？

(1) 全部正確。 71 %

(2) 部分正確。 12 %

(3) 空白。 13 %

評析：學生多能將正、負極，全反應都能書寫完整，使預定之教學目標均能達成。

6. 由全反應方程式中，你如何判斷金屬活性大小呢？何者較大？

(1) 老師告知活性大小順序。 56 %

(2) 由方程式判斷。 32 %

(3) 無法判斷。 8 %

(4) 空白。 4 %

評析：多數同學知道的活性大小是由教師告知而記憶的，僅三成同學可以作判斷，足見很多同學在學習“電池”單元時由經驗

中先知道活性大小的已知條件，再判定電池的正、負極。應該由鋅（Zn）失去電子（ $e^-$ ）形成  $Zn^{2+}$ ，銅離子（ $Cu^{2+}$ ）得到電子（ $e^-$ ）形成 Cu，故 Zn 片活性大於銅片。

7. 電池使用一段時間後，毫安培計讀數漸小的原因為何？
- |            |      |
|------------|------|
| (1) 能量消耗了。 | 14 % |
| (2) 濃度減小了。 | 9 %  |
| (3) 內電阻漸大。 | 15 % |
| (4) 電流減少了。 | 35 % |
| (5) 空白。    | 27 % |

評析：由同學回答中往往只答到問題的表面，對問題深入的答案較無法真正地去作答。

8. Zn-Cu 電池放電過程中，正極（Cu 片）所得電子數與負極（Zn 片）失去電子數的關係是如何？理由是什麼？
- |                    |      |
|--------------------|------|
| (1) 相同，由總反應及半反應說明。 | 46 % |
| (2) 相同，呈電中性。       | 9 %  |
| (3) 相同，但無理由。       | 15 % |
| (4) 相同，理由錯誤。       | 9 %  |
| (5) 增加。            | 2 %  |
| (6) 減少。            | 8 %  |
| (7) 空白。            | 11 % |

評析：近半數同學能正確回答本題，而答“相同”者近八成，其中含有三成的同學是用猜題的方式作答，故命題方式若欲評定學生概念了解程度，以問答題優於填充題，而填充題又優於選擇題，但往往聯考爲了“公平性”暨“節省時間”卻忽略對學生概念的了解，所以，建議教師於平日的診斷性評量試題，不妨採用多樣化的命題方式，以真正能診斷出學生的概念了解程度。

9. 試繪出 Zn-Cu 電池放電的電路圖形。
- |         |      |
|---------|------|
| (1) 正確。 | 50 % |
| (2) 錯誤。 | 15 % |

(3) 空白。 35 %

評析：一般錯誤情形是將毫安培計繪成電池，Zn, Cu 片得失電子情錯誤，即“電池”與“電解”的概念弄混了，應再多提醒同學此二者的差異處。

10. Zn-Cu 電池放電過程中，兩極金屬片的重量總和較放電前增加、減少或不變？(Zn = 65.4, Cu = 63.5) 理由何在？

(1) 減少，理由正確(原子量 Zn > Cu, 故負極減輕 1 mole Zn, 正極增加 1 mole Cu 時, 正、負極總質量減輕)。 27 %

(2) 減少，無理由。 14 %

(3) 減少，理由不正確。 5 %

(4) 增加。 8 %

(5) 不變。 33 %

(6) 空白。 13 %

評析：本題屬高難度試題，聯考曾命題過，然不到三成的同學會答此題，而三成以上的同學答不變，誤解“質量守恆”的概念，故七成同學無法答本題，或許對於“莫耳”的粒子概念並不十分清楚，建議複習課程時還得提醒同學“莫耳”概念。

11. 承上題，是否違反了質量守恆定律？理由何在？

(1) 否，理由正確。 13 %

(2) 否，無理由。 17 %

(3) 否，理由錯誤。 29 %

(4) 是。 12 %

(5) 空白。 29 %

評析：雖已暗示“質量守恆”概念，但對此概念並不十分清楚，應考慮 Zn-Cu 電池總反應方程式中 ( $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+}$ ) 與 ( $\text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ ) 的關係，故一般學生對概念的試題之命題方式較不能適應，且回答方式多屬“填鴨”，教學宜從概念著手，以建立良好的科學基礎，不必期望給學生太多的“灌輸”，而是讓學生要有更多的“思考”。

結論：電池概念中的能量守恆定律是一般學生多數還未建立之概念，教師欲了解學生在概念學習的成效上以問答題方式作評量，必有多方發現。