

## 範例一 朱玲玲老師之教材教法(一)

### 一、教學單元：

電池（國中理化 第四冊 22-3）

### 二、教學目標：

1. 能夠裝置一個完整的鋅銅電池，並且能說出每一個部份的名稱以及作用。
2. 能夠由電流的方向，認出任何一種電池的正、負極分別在那一端。
3. 能夠由電流的方向，推論電子流動的方向；並且能夠指出那一端放出電子，那一端獲得電子。
4. 能寫出放出電子那一端的化學半反應方程式，和獲得電子那一端的化學半反應方程式。
5. 能夠依據溶液電中性的性質，推論出每一部份電解質溶液中，陰、陽離子移動的情況。
6. 能夠根據各端的半反應，說出各極電極棒的質量變化，以及各溶液中離子濃度改變的情況。
7. 能夠應用電荷平衡，完成電池內發生的化學反應的全反應方程式。

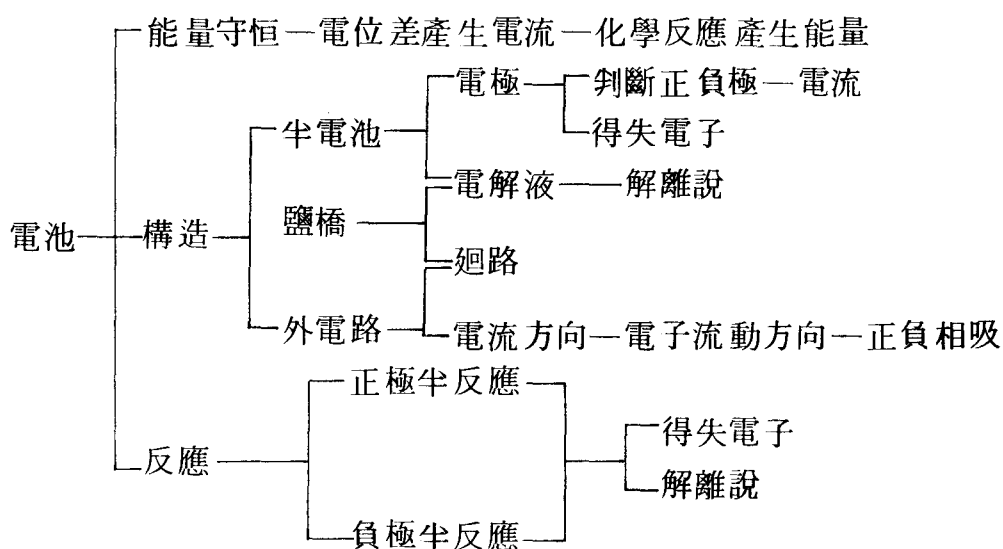
### 三、教學對象：

國中三年級常態編班學生 50 人（一班）

### 四、教學時間：

100 分鐘（國中課程兩節課）

### 五、概念分析：



## 六、教學活動：

### (1) 第一節課：（在實驗室上課）

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
上課前		配製： 3升 0.1 M $\text{CuSO}_4$ 溶液 3升 0.1 M $\text{ZnSO}_4$ 溶液 2升 1 M $\text{KNO}_3$ 溶液	分成12組，由組長到器材室領取必需的器材。	
0   5 分	解離說	在黑板上寫出： $\text{CuSO}_4 \rightarrow$ $\text{ZnSO}_4 \rightarrow$ $\text{KNO}_3 \rightarrow$ 要求學生在黑板上完成解離方程式。	寫出 $\text{CuSO}_4$ ， $\text{ZnSO}_4$ 和 $\text{KNO}_3$ 溶液中的解離方程式。	
		訂正學生的錯誤，直到黑板上呈現出正確的解離方程式 $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$	回答老師提出有關解離說的問題	複習時，老師可以問答方式

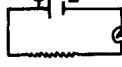
時間	概念	教師活動	學生活動	備註
6   10 分	解離說	$\text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}^+ + \text{NO}_3^-$ 複習解離說的內容，特別強調溶液電中性，和溶液中各種離子均勻分布。		喚起學生的記憶。
11   25 分	迴路	要求學生依照課本上的圖示裝置鋅銅電池。 提醒學生注意，沒有鹽橋時，是否有電流。	遵循課本上的實驗步驟，參考圖示及照片，裝置好一個鋅銅電池。	
26   30 分	能量守恒	巡視各組，確定每一組都正確裝置好了電池，然後，要求學生將裝置好的電池安置一旁並且專心聽講。 剛才各組都裝置好了一個鋅銅電池，而且看到電流計指示有電流產生，想一想，為什麼會有電流產生呢？ 是電池中的化學反應放出能量，造成電流，這是一種將化學能轉換成電能的反應。就像有些反應可以將化學能轉換成熱能（舉例說明）。 問：從電流計的指示可	專心聽講。  回答問題  回答問題	銅棒為

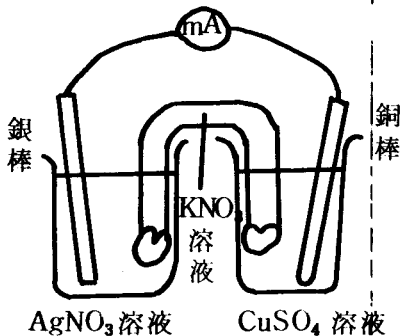


時間	概念	教師活動	學生活動	備註
41   45 分	半反應  解離說	問：那麼銅棒附近會發生得電子還是失電子的反應呢？ 在黑板上寫出 「 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 」 半反應方程式。並解釋此時溶液中 $\text{Cu}^{2+}$ 離子減少，不過鹽橋中的 $\text{K}^+$ 離子會游過來使溶液仍然保持電中性。	回答問題  專心聽講	得電子反應
46   50 分		要求學生仔細觀察電池各部份發生些什麼變化（例如：電極棒上，各種溶液的顏色等），並且記錄下來，下一次上課時再討論。 要求學生把儀器洗好收好，送回器材室。	仔細觀察並記錄  準備結束實驗，拆裝置，洗器材，收好，並且送回器材室。	

(2) 第二節課：（在教室上課）

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
0   5 分	電池構造	在黑板上畫好一個鋅銅電池的裝置圖，要學生在圖上標示電流計的正、負極分別接在那一邊。以及電流的方向和電子在導線上移動的方向。	到黑板上完成電池內及導線上電流及電子流動的方向。	任意指派學生來完成。

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
		指派學生在黑板上寫出各半反應方程式。	寫出： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$ $\text{Zn} \rightarrow 2\text{e}^{-} + \text{Zn}^{2+}$	
6   15 分	電池構造及反應	重複上節課說明的 ①電流方向 ②電子流方向 ③溶液中離子游動的情形 並且要學生對照實驗的結果與半反應方程式，說出鋅棒和銅棒的重量改變，以及 $\text{Cu}^{2+}$ 和 $\text{Zn}^{2+}$ 離子濃度的變化。 再次強調鹽橋的功能，以及鹽橋中各種離子移動的方向。	專心聽講  回答問題： 鋅棒重量減輕，銅棒重量增加， $\text{Zn}^{2+}$ 離子濃度增大， $\text{Cu}^{2+}$ 離子濃度減少。	提示： $\text{Cu}^{2+}$ 離子濃度減少，藍色變淡。
16   20 分	電極的正負	以一個簡單的直流電路圖  ，說明電流由電池的正極流出，經導線流回到負極。鋅銅電池中，電流由銅棒流出，所以，稱銅棒這一端為正極，而稱鋅棒這一端為負極。	專心聽講	
		在黑板上畫一個銅銀電池的裝置圖	專心聽講	先前的鋅銅電池裝置

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
21   30 分	電流方向      得失電子	 <p>問：如果這個電池裝置中，電流計的正極與銀棒相連才對（電流計指針順向偏轉），那麼導線上電流方向如何？</p> <p>問：電子流動的方向呢？</p> <p>問：銅棒發生得電子還是失電子反應？</p> <p>問：銀棒附近發生得電子還是失電子反應？</p>	<p>回答問題</p> <p>回答問題</p> <p>回答問題</p> <p>回答問題</p>	<p>圖保留在黑板上。</p> <p>由銀棒經導線流向銅棒。</p> <p>由銅棒流出，流到銀棒。失電子反應得電子反應</p>
31   35 分	解離說	指定學生到黑板上寫出 $\text{CuSO}_4$ 和 $\text{AgNO}_3$ 以及 $\text{KNO}_3$ 溶液的解離方程式。	<p>在黑板上完成解離方程式。</p> $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ +$	

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
36   45 分	電池構造	<p>在黑板上寫出各半反應方程式：</p> $\text{Cu} \rightarrow 2\text{e}^- + \text{Cu}^{2+}$ $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ <p>說明：在這個電池中</p> <p>①銅棒為負極，溶液中 <math>\text{Cu}^{2+}</math> 離子濃度增加，而銅棒重量減輕。</p> <p>②銀棒為正極，溶液中 <math>\text{Ag}^+</math> 離子濃度減少，而銀棒重量增加。</p> <p>③鹽橋中 <math>\text{K}^+</math> 離移向 <math>\text{AgNO}_3</math> 溶液，<math>\text{NO}_3^-</math> 離子移向 <math>\text{CuSO}_4</math> 溶液。</p>	<p><math>\text{NO}_3^-</math></p> $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}^+ + \text{NO}_3^-$ <p>專心聽講並記錄。</p> <p>專心聽講並記錄。</p>	提示： $\text{Cu}^{2+}$ 離子濃度增加，藍色變濃。
41   45 分	電池內的反應	<p>合併鋅銅電池的兩個半反應方程式，寫出全反應方程式 <math>\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}</math></p> <p>合併銅銀電池的兩個半反應方程式，寫出全反應方程式 <math>\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}</math></p> <p>解釋如何利用電荷平衡方程式的兩邊。</p>	專心聽講	



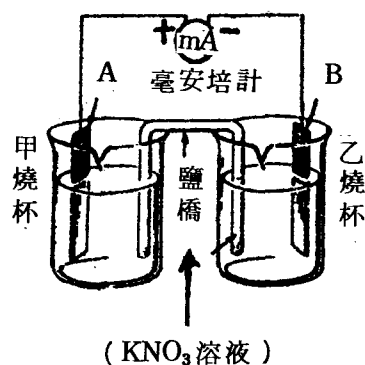
時間	概念	教師活動	學生活動	備註
46   50 分		<p>由以上所講兩種電池介紹伏打電池的原理，並且強調銅棒不一定是正極，經由實驗結果可以得到一些資訊，用來判斷不同的化學電池中誰得電子誰失電子。例如鋅銅電池中，<math>\text{Cu}^{2+}</math> 離子得電子生成銅，而在銅銀電池中，銅便失去電子生成 <math>\text{Cu}^{2+}</math> 離子。要學生想像若是裝置一個鋅銀電池，會是誰得電子而誰失電子呢？要求學生回家想一想，並且把這兩節課所講的內容溫習好。</p>	專心聽講	

### 七、評量分析：

右圖是一個化學電池裝置的簡圖，請根據此圖回答下列問題：

- 實驗結果，毫安培計要與 A 金屬棒相連，負極要與 B 金屬棒相連，請說明①電流的方向②電子在導線上流動的方向。

答：① A 經導線到 B。(→乙燒杯→鹽橋→甲燒杯→



A，形成通路)

正確的共 38 人 ( 76 % )，大部份只寫 A 到 B，少數幾個有將迴路交待清楚。

答：② B 流向 A。 正確的共 36 人 ( 72 % )

評析：大部份同學能夠瞭解，電流由正極向負極，而電子由負極流向正極。只有少數幾個學生認為電流在導線上流動，而電子在溶液中游動。足以做為以後教學內容的改進依據。

2. 已知 A 為銀棒，B 為銅棒，甲燒杯中裝  $\text{AgNO}_3$  溶液，乙燒杯中裝  $\text{CuSO}_4$  溶液。請寫出這兩種溶液的解離方程式。

答：①  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$ 。正確者 24 人 ( 48 % )

②  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ 。正確者 29 人 ( 58 % )

評析：這是一題記憶性題目，班上有大約一半的同學認真溫習課業，這與平時測驗成績吻合。

$\text{CuSO}_4$  溶液的解離，寫對的人較多，應該是因為課本上的鋅銅電池有用到  $\text{CuSO}_4$ ，所以熟悉。而  $\text{AgNO}_3$  溶液的解離，有十幾個學生寫  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$ ，或  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^{2+} + \text{NO}_3^-$ ，值得注意。學生對於解離說並不很明瞭。

3. 寫出這個電池中，各極的半反應方程式以及全反應方程式。

答：① 正極：  $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$  正確者 28 人 ( 56 % )

② 負極：  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$  正確者 33 人 ( 66 % )

③ 全反應：  $2\text{Ag}^+ + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$  正確者 23 人 ( 46 % )

評析：正極半反應寫錯的較多，是由於學生誤認為得失電子都應該是 2 個而寫成  $\text{Ag}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ ，以及正、負極都寫錯者，是根本沒有去記得半反應方程式是什麼。

全反應方程式寫錯者，以電荷不會平衡居多。由此可知，此一概念在學習時，有些困難。

4. 描述甲燒杯、乙燒杯和鹽橋中，各種離子移動的情形。

① 甲燒杯中：

$\text{Ag}^+$  離子游向 Ag 棒 [ 答對的 22 人 ( 44 % )，答錯者 13 人 ( 26 % )，沒寫的 15 人 ( 30 % ) ]

$\text{NO}_3^-$  離子游向鹽橋〔答對的 10 人(20%)，答錯者 5 人(10%)，沒寫的 35 人(70%)〕

$\text{K}^+$  離子從鹽橋中移向甲燒杯〔有寫者 9 人(18%)〕

評析： $\text{Ag}^+$  的移動寫的人多，寫對的人也多，表示學生上課只注意到有參與反應的離子， $\text{NO}_3^-$  的情況，大部份沒寫，或許是不知道要寫，也可能他認為  $\text{NO}_3^-$  是不動的。倒是，有 9 人提起從鹽橋來的  $\text{K}^+$ ，頗為可喜，至少他們對溶液保持電中性，和正、負相吸的概念，已然形成。

② 乙燒杯中：

$\text{Cu}^{2+}$  游向鹽橋那一邊〔答對的 14 人(28%)，答錯的 8 人(16%)，沒寫的 28 人(56%)〕

$\text{SO}_4^{2-}$  游向 Cu 棒〔答對的 5 人(10%)，答錯的 7 人(14%)，沒寫 43 人(86%)〕

$\text{NO}_3^-$  離子從鹽橋移向甲燒杯〔有寫的 9 人(18%)〕

評析：本題與上一小題①大致相同，學生只重視有參與半反應的離子，但是答對的人數比上題明顯變少，可能與老師上課講解重點有關，筆者上課只說到負極反應生成電子和陽離子，並沒有再強調所生成的陽離子如何移動，或者原本溶液中的陽離子如何移動。足以做為改進之參考。

③ 鹽橋中：

$\text{K}^+$  游向甲燒杯。〔答對者 31 人(62%)，答錯者 11 人(22%)，沒寫的 8 人(16%)〕

$\text{NO}_3^-$  游向乙燒杯。〔答對者 31 人(62%)，答錯者 11 人(22%)，沒寫的 8 人(16%)〕

5. 預測經過一段時間後，A、B 兩金屬棒的重量變化；以及甲、乙燒杯中各種離子濃度的變化。一定要解釋你預測的理由。

答：① A 金屬棒加重：答對者 39 人(78%)

答錯者 4 人(8%)

沒寫的 7 人(14%)

甲溶液中  $\text{Ag}^+$  減少：答對者 26 人(52%)

答錯者 12 人 ( 24 % )

沒寫的 12 人 ( 24 % )

解釋原因： $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$  答對者 25 人 ( 50 % )

答錯者 25 人 ( 50 % )

( 包括沒寫的 )

② B 金屬棒減輕：答對者 37 人 ( 74 % )

答錯者 6 人 ( 12 % )

沒寫者 7 人 ( 14 % )

乙溶液中  $\text{Cu}^{2+}$  增加：答對者 27 人 ( 54 % )

答錯者 15 人 ( 30 % )

沒寫者 8 人 ( 16 % )

解釋原因： $\text{Cu} \rightarrow 2 \text{e}^- + \text{Cu}^{2+}$  答對者 28 人 ( 56 % )

答錯者 22 人 ( 44 % )

( 包括沒寫的 )

評析：一班之中，大約有半數的學生可以對電池內的反應全然瞭解。這是一個複雜而且需要很多原本就已熟悉的概念的單元，而電子的得失、離子的移動和半反應方程式又比較抽象，教學時，要找尋更多輔助的方法來幫助學生學習。

結論：答錯者的答案若能列出，也許可進一步診斷錯誤概念。

## 朱玲玲老師之教材教法(二)

### 一、教學單元：

電流的化學效應——電解與電鍍  
(國中理化 第四冊 23-3 23-4)

### 二、教學目標：

1. 能夠由實驗結果，看出將直流電通入電解液中，會有化學反應產生。
2. 能夠由電流的方向，推論電子流動的方向，進而說出電解槽中那一端發生得電子反應，那一端發生放出電子的反應。
3. 能夠寫出得電子反應以及放出電子反應的半反應方程式。
4. 能夠瞭解在相同的電解液中，使用不同材料的電極，會發生不同的反應。
5. 能夠從電解槽正、負兩極的半反應，推論得知兩極上的重量變化以及電解液中離子濃度改變的情形。
6. 能夠瞭解如何將電解反應，應用到電鍍上。
7. 能夠說出電鍍時，被鍍物品應該放在那一極，另一極應該選擇何種材料的電極，以及選用那一種電解液。

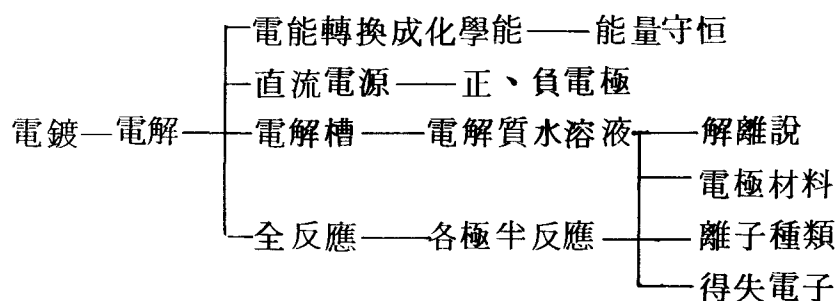
### 三、教學對象：

國中三年級常態編班之學生 50 人。

### 四、教學時間：

100 分鐘（國中課程兩節課）

### 五、概念分析：



## 六、教學活動：

### (一) 第一節課（在實驗室上課）

時間	概念	教 師 活 動	學 生 活 動	備 註
上課前		配製： 3升0.5M $\text{CuSO}_4$ 溶液，1升1M $\text{NaOH}$ 溶液（清洗被鍍物）	分成12組，由組長到器材室領取必需的器材。 準備一件被鍍物（例如鑰匙、十元硬幣）	這一節課共作三組實驗，注意時間分配，進度控制。
0   10 分	直流電源	指導學生裝置以石墨為電極的電解槽，接通電源，開始電解。 巡視各組，注意是否電流過大。要求學生調整電流大小，並且記錄不同大小的電流如何影響電解的結果。 要求學生準備下一個實驗。	1. 領取石墨棒、直流電源、 $\text{CuSO}_4$ 溶液。 2. 依照課本上的實驗裝置，裝妥電解槽，並開始電解。 3. 調整適當的電流強度，並且記錄結果 4. 領取銅片，並且以砂紙將其表面氧化物磨掉。	電流太大會使負極析出的銅非常黑，而且兩極都有氣泡產生。

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
11   20 分	電極材料	<p>指導學生以銅片當電極電解 <math>\text{CuSO}_4</math> 溶液，並且要求學生記錄觀察結果。</p> <p>要求學生準備電鍍的實驗。</p>	<p>裝置和上一個實驗相同，將石墨棒換成銅片，採用適當電流強度電解 <math>\text{CuSO}_4</math> 溶液。</p> <p>仔細觀察，並且記錄結果。</p> <p>依照課本指示，將欲鍍物品清洗乾淨，準備作電鍍實驗。</p>	
21   45 分	全反應	<p>要求學生進行電鍍實驗，要學生分別把被鍍物放在正極和負極試試看。</p> <p>問：試過的結果，被鍍物要放在那一極？利用電鍍反應進行的時間，要求學生提出結果報告和進行討論。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.以石墨為電極時有何變化？</li> <li>2.以銅棒為電極時有何變化？</li> <li>3.比較兩者相同、相異之處。</li> <li>4.電鍍時，被鍍物為什麼要放在負極？正極要放什麼比較好？為什麼？</li> </ol>	<p>裝置與前一個實驗相同，試試看把被鍍物放在正極結果如何？再將被鍍物放在負極又如何？</p> <p>負極</p> <p>將電鍍裝置放妥。熱烈參與討論。</p> <p>參加討論，並且把討論內容摘要記下。</p>	分組報告結果

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
46   50 分		要求學生收拾實驗器材，並且送還器材室。	收拾、清洗器材，送還器材室。	

(二) 第二節課（在教室上課）

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
0   15 分	解離說、離子種類	<p>在黑板上畫好如課本第48頁的(a)(b)兩個電解槽的簡圖。讓學生回答上次做實驗所得的結果（先討論以石墨為電極者）</p> <p>要學生到黑板上寫出解離方程式</p> $\text{CuSO}_4 \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} + \underline{\hspace{1cm}}$ <p>由於正負電相吸，<math>\text{Cu}^{2+}</math> 會游向那一極？<math>\text{SO}_4^{2-}</math> 會游向那一極？</p>	<p>回答問題</p> <p>(a)以石墨為電極，正極有氣體生成，負極有銅在石墨棒上析出。</p> <p>回答問題</p> $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ <p><math>\text{Cu}^{2+}</math> 游向負極</p> <p><math>\text{SO}_4^{2-}</math> 游向正極</p>	
	半反應	<p>先看負極附近有 <math>\text{Cu}^{2+}</math>，<math>\text{H}_2\text{O}</math>，和石墨棒和比較少的 <math>\text{SO}_4^{2-}</math>，從實驗結果得知有 Cu 生成附着在石墨棒上，所以推知在負極由 <math>\text{Cu}^{2+}</math> 和從電池負極推出的電子發生了下列反應：</p> $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	專心聽講	



時間	概念	教師活動	學生活動	備註
	全反應	<p>再看正極附近有 <math>\text{SO}_4^{2-}</math>，<math>\text{H}_2\text{O}</math> 和石墨棒以及比較少的 <math>\text{Cu}^{2+}</math>，從實驗結果得知在此有 <math>\text{O}_2</math> 氣體產生，所以推知這裏發生下列反應：</p> $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{e}^- + \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ <p>由這個半反應方程式看出電解的結果使得 <math>\text{H}^+</math> 濃度增加，溶液酸性變大，而且 <math>\text{OH}^-</math> 也會降低。而且，所生成的 <math>\text{H}^+</math> 會游向負極，當濃度夠大，或是電流很大時，會在負極也發現有氣體產生，該氣體應該是 <math>\text{H}_2</math>。提醒學生注意，反應進行一段時間後，溶液中 <math>\text{Cu}^{2+}</math> 離子濃度會減少，<math>\text{H}^+</math> 離子濃度會增加，<math>\text{OH}^-</math> 離子濃度會減少。其他 <math>\text{SO}_4^{2-}</math> 離子濃度不變。而負極石墨棒上因為有 <math>\text{Cu}</math> 析出重量會增加，正極的石墨棒沒有改變。</p>	專心聽講	<p>適時複習水溶液中 <math>[\text{H}^+]</math> <math>[\text{OH}^-] = 10^{-14}</math> 的概念。適時要求學生記錄重點。</p>
		現在討論以銅片為電極	回答問題：	

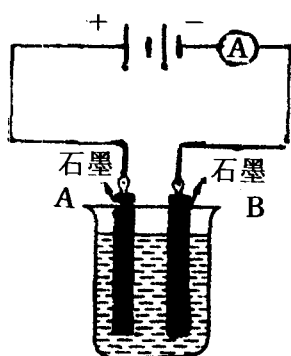
時間	概念	教 師 活 動	學 生 活 動	備 註
		<p>的(b)電解槽。</p> <p>要學生回答上次實驗觀察結果。</p>	<p>(b)以銅片為電極，正極的銅片有耗損的跡象，負極的銅片有物質附着在上面。</p>	
	半反應	<p>先看負極的附近有 <math>\text{Cu}^{2+}</math>，<math>\text{H}_2\text{O}</math>，和Cu片，結果顯示，和(a)相同在這邊發生 <math>\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}</math> 半反應，新生成的Cu附着在做為負極的銅片上。</p> <p>再看正極的附近有 <math>\text{SO}_4^{2-}</math>，<math>\text{H}_2\text{O}</math>和Cu片，從實驗結果並沒有<math>\text{O}_2</math>生成，推知<math>\text{H}_2\text{O}</math>並沒有反應，而是Cu片失去電子生成<math>\text{Cu}^{2+}</math>離子，半反應如下：<math>\text{Cu} \rightarrow 2\text{e}^- + \text{Cu}^{2+}</math>，所以正極的銅片有耗損的跡象。</p> <p>提醒學生注意，當溶液中有一個<math>\text{Cu}^{2+}</math>得電子生成Cu，就有一個Cu原子在正極失去電子變成<math>\text{Cu}^{2+}</math>，所以溶液中的<math>\text{Cu}^{2+}</math>濃度得以維持不變。而且，溶液中其它的離子濃度也不會改</p>	專心聽講	

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
		變。		
26   35 分	全反應	<p>舉例說明其它電解反應，例如：第一冊第3章電解水的反應，其實是電解NaOH水溶液，要求學生共同討論這個電解反應。</p> <p>另外在第三冊第17章，提到電解食鹽水製造NaOH反應，</p> $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{電解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$ <p>要求學生共同討論這個電解反應。</p>	<p>參與討論。</p> <p>① <math>\text{NaOH} \xrightarrow{\text{解離}} \text{Na}^+ + \text{OH}^-</math></p> <p>② 正極半反應及產物</p> <p>③ 負極半反應及產物</p> <p>參與討論：</p> <p>① <math>\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-</math></p> <p>② 正極半反應及產物</p> <p>③ 負極半反應及產物</p>	
36   40 分	能量守恒  電能轉換	<p>綜合以上所講的，這是一種利用電能來使物質產生化學變化的反應，稱為電解。就能量守恒的觀點，可以解釋成輸入的電能轉變成化學能了。</p> <p>比較這兩個同樣是電解CuSO<sub>4</sub>溶液的實驗，可以看出使用不同電極棒會造成不同的結果，可以推知不同的條件下會有不同的半反應進行，</p>	專心聽講	

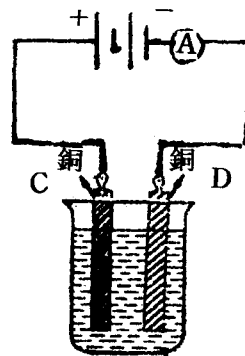
時間	概念	教 師 活 動	學 生 活 動	備 註
		這些應該要靠實際作實驗才能得知結果。		
41   50 分		利用上述兩個電解槽的裝置，說明電鍍的原理，要求學生討論若要在物體上鍍銅要選擇那一個裝置？為什麼？	參與討論： ①選擇以銅片當電極的裝置(b) ②因為： (a)溶液中 $\text{Cu}^{2+}$ 濃度可以維持不變 (b) $\text{Cu}^{2+}$ 可以源源不斷地補充。 (c)…………。	
		說明如何裝置電鍍槽，如何選適當的電鍍液，以及其它注意事項。舉電解精煉及電鑄為例，說明電解反應的應用。	專心聽講	

### 七、評量分析：

下圖是電解硫酸銅 ( $\text{CuSO}_4$ ) 溶液的裝置圖，請根據此圖回答下列問題：



(甲) 硫酸銅溶液



(乙) 硫酸銅溶液

1. 分別寫出甲、乙兩個電解槽的溶液中，在通電前所有可能存在的離子。

答：Cu<sup>2+</sup>：39 人（78%） SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>：37 人（74%）

H<sup>+</sup>：20 人（40%） OH<sup>-</sup>：15 人（30%）

評析：能寫出 Cu<sup>2+</sup> 和 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 者佔大多數，學生經由 22-3 電池單元以及本單元的學習已經對 CuSO<sub>4</sub> 解離十分熟悉。能寫出 H<sup>+</sup>，OH<sup>-</sup> 者，約為上述者的一半，大部學生不會想到在這裏考慮水的解離，而寫出 H<sup>+</sup> 者較多，可能是因為背了電解時正極半反應方程式之故。

2. 簡單敘述通電後各種離子移動的情形。

答：① 陽離子（Cu<sup>2+</sup>，H<sup>+</sup>）游向負極（B，D）

32 人（64%）

② 陰離子（SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，OH<sup>-</sup>）游向正極（A，C）

23 人（46%）

評析：只有半數學生對於通電後溶液中陰、陽離子因正負相吸而移動，這種看不到的抽象事件，能夠瞭解，而且，只寫出 Cu<sup>2+</sup> 離子游向負極者較多，也可能是背了負極半反應方程式之故。

3. 通電後，那一個電解槽會有氣泡產生？氣泡會在那一極附近產生？你認為那是什麼氣體？寫出這個反應的半反應式。

答：① 甲：43 人（86%）

② 正極：44 人（88%）

③ 氧氣（O<sub>2</sub>）：46 人（92%）

④ 2H<sub>2</sub>O → 4e<sup>-</sup> + O<sub>2</sub> + 4H<sup>+</sup>：35 人（70%）

評析：做了實驗，經過討論與講解，學生對於以石墨為電極這個電解槽，會產生氧氣的現象，已經有深刻的印象，而半反應方程式和氣體在那一極生成是須要記憶的，答對的人略少。

4. 描述甲電解槽中，兩個電極的重量變化。

答：① A（正極）：不變。33 人（66 %）；減輕 9 人（18 %）

② B（負極）：增加。41 人（82 %）；不變 5 人（10 %）

評析：實驗時，負極上很明顯可以看出有銅析出，所以印象深刻，而正極的變化就不那麼明顯，需要靠記憶。往後教學時，要注意這部份講解，讓學生更容易瞭解。

5. 描述甲電解槽中，溶液中各種離子濃度改變的情形。

答：〔 $\text{Cu}^{2+}$ 〕減少。31 人（62 %）

〔 $\text{H}^+$ 〕增加。18 人（36 %）

〔 $\text{SO}_4^{2-}$ 〕不變。11 人（22 %）

〔 $\text{OH}^-$ 〕不變。7 人（14 %），沒有人寫〔 $\text{OH}^-$ 〕減少。

評析：大部份學生只寫出與反應有關的離子。有半數以上學生瞭解  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$  半反應發生後〔 $\text{Cu}^{2+}$ 〕減少，也有一部份會想到  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{e}^- + \text{O}_2 + 4\text{H}^+$  半反應中有  $\text{H}^+$  生成，所以可以寫出〔 $\text{H}^+$ 〕增加。值得注意的是學生對於〔 $\text{H}^+$ 〕增加，〔 $\text{OH}^-$ 〕就減少的概念很難形成。這應該在 17 章時多下功夫。

6. 描述乙電解槽中，兩個電極的重量變化。

答：① C（正極）減輕。43 人（86 %）

② D（負極）增加。44 人（88 %）

評析：學生對於這個電解槽的反應比較記得，一方面實驗時可以看出一些跡象。另一方面，在電鍍應用時又再次強調，加深了記憶。

7. 描述乙電解槽中，溶液中各種離子濃度改變的情形。

答：“都不變”者。21 人（42 %）

〔 $\text{Cu}^{2+}$ 〕不變。16 人（32 %）

〔 $\text{SO}_4^{2-}$ 〕不變。12 人（24 %）

〔 $\text{H}^+$ 〕，〔 $\text{OH}^-$ 〕不變。各 7 人（14 %）

評析：大部份學生可以明瞭這個電解槽的反應，於是可以記得溶液中各離子濃度不變的現象。

8. 如果你想在一隻鐵製的湯匙上鍍銅，你會選擇甲還是乙？為什麼？

答：① 選乙。45 % ( 90 % )

② [  $\text{Cu}^{2+}$  ] 不變：5 人

$\text{Cu}^{2+}$  可以不斷補充：6 人

正極是 Cu：11 人

效果好：3 人

沒寫原因者 20 人。

評析：學生對於電解反應應用在電鍍上，非常容易接受。但是對於說明原因就有些困難，很難看出他是真的瞭解為何要採用乙電解槽，還是死記答案。因為課本上有寫出電鍍的方法和條件。

9. 選好之後，你要把鐵製湯匙掛在那一極？為什麼？

答：① 負極 ( D )：45 人 ( 90 % )

② 負極有 Cu 生成：31 人 ( 62 % )

(  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$  )

湯匙是被鍍物：5 人 ( 10 % )

沒寫原因者：9 人 ( 18 % )

評析：大部份學生都能瞭解電鍍的反應。值得注意的是有一部份學生回答“因為湯匙是被鍍物”，與課本上所寫的電鍍時被鍍物要掛在負極相同。有可能是死記答案。