

## 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。

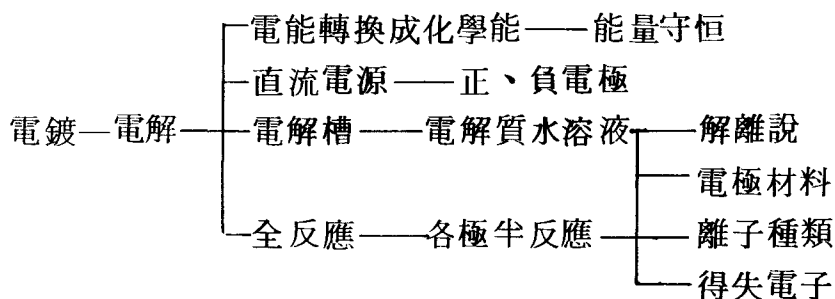
### 三、教學對象：

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 CuSO <sub>4</sub> 溶液，1升1M 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、CuSO <sub>4</sub> 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？</p> <p>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> $\text{CuSO}_4 \rightarrow \underline{\quad} + \underline{\quad}$ <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	適時複習水溶液中 $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ 的概念。適時要求學生記錄重點。
		現在討論以銅片為電極	回答問題：	

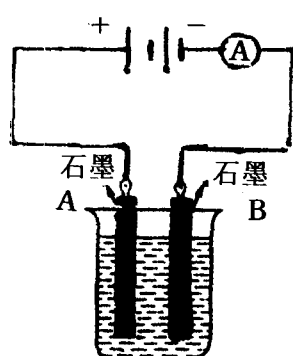
時間	概念	教師活動	學生活動	備註
		<p>的(b)電解槽。</p> <p>要學生回答上次實驗觀察結果。</p>	<p>(b)以銅片為電極，正極的銅片有耗損的跡象，負極的銅片有物質附着在上面。</p>	
	半反應	<p>先看負極的附近有 <math>\text{Cu}^{2+}</math>，<math>\text{H}_2\text{O}</math>，和Cu片，結果顯示，和(a)相同在這邊發生 <math>\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}</math> 半反應，新生成的Cu附着在做為負極的銅片上。</p> <p>再看正極的附近有 <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	

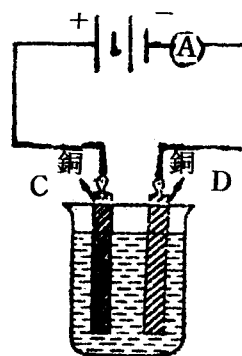
時間	概念	教師活動	學生活動	備註
		這些應該要靠實際作實驗才能得知結果。		
41   50 分		利用上述兩個電解槽的裝置，說明電鍍的原理，要求學生討論若要在物體上鍍銅要選擇那一個裝置？為什麼？	參與討論： ①選擇以銅片當電極的裝置(b) ②因為： (a)溶液中 $\text{Cu}^{2+}$ 濃度可以維持不變 (b) $\text{Cu}^{2+}$ 可以源源不斷地補充。 (c)…………。	
		說明如何裝置電鍍槽，如何選適當的電鍍液，以及其它注意事項。舉電解精煉及電鑄為例，說明電解反應的應用。	專心聽講	

### 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。