

## 鄭建立老師之教材教法(二)

一、教學單元：電解、電鍍

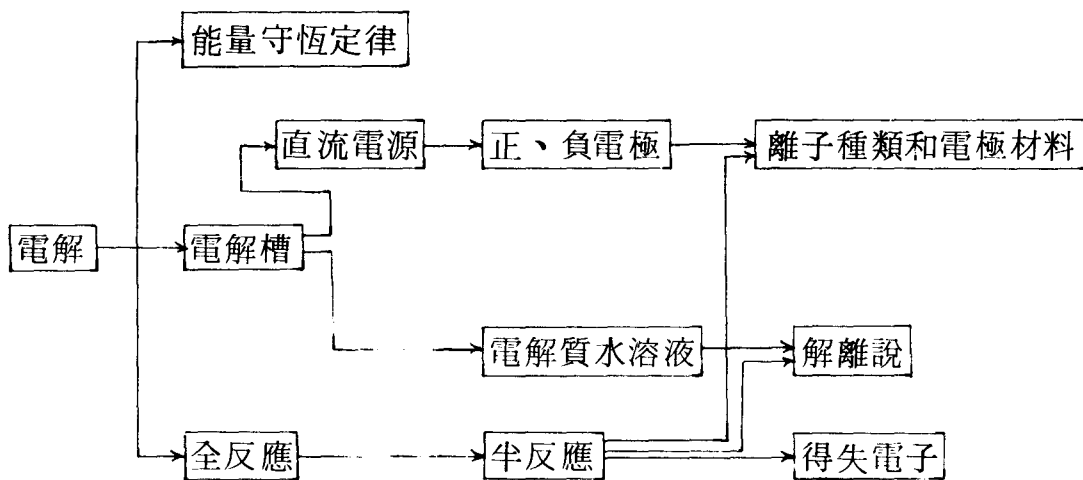
二、教學目標：

- (一) 能夠認識電流的化學效應。
- (二) 能夠解析出正、負極和電解槽的反應。
- (三) 能夠利用電解原理應用於電鍍、電煉、電鑄……等。
- (四) 能夠分辨出電極材料與正、負極反應的關係。

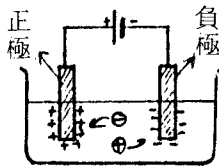
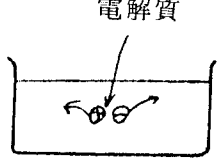
三、教學對象：三年級數理分組班學生（A組）。

四、教學時間：3小時。（以實驗進行為主）

五、概念分析：

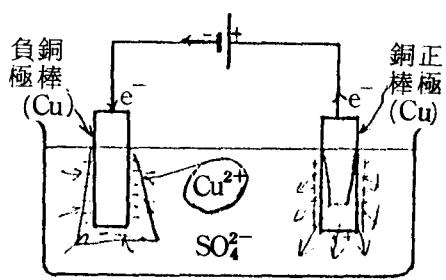


六、教學活動：

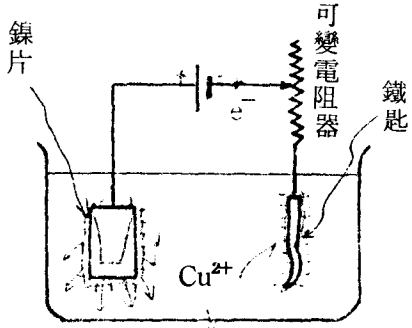
時間	概念	教師活動	學生活動	備註
15分	電解定義	<p>1.引起動機：</p> <p>問(1)：電解水實驗時必須加入何種物質以幫助導電呢？</p> <p>問(2)：氫氧化鈉為電解質，那電解的定義又是什麼呢？</p> <p>2.講述、板書及說明：<u>電流的化學效應</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>A.電解定義：通直流電使電解質於正、負兩極上分解產生元素態物質的化學作用。</p> <p>(1)電解≠解離</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>電解</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>解離</p> </div> </div> <p>(2)使用直流電的目的係使產物分離，但是，使用交流電源依然有反應發生。</p> </div> <p>3.講述、板書、說明：<u>電解的規定</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>B.影響電解的因素：</p> <p>(1)電極：規定接於電池之正極</p> </div>	<p>答：氫氧化鈉</p> <p>多半學生說明條件並不足夠，須教師引導補充說明。</p>	(實驗室)

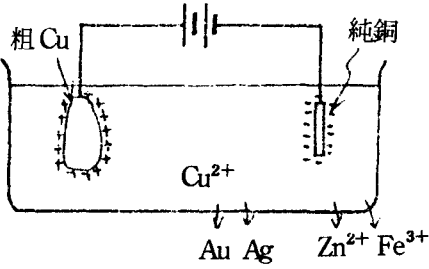
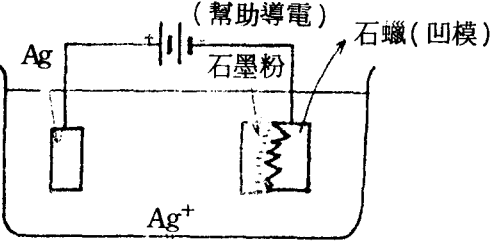
時間	概念	教師活動	學生活動	備註
5分	(實作)	<p>(高電位)者為“正極”，接於電池之負極(低電位)者為“負極”。</p> <p>(a)惰性電極：石墨(C)棒、鉑(Pt)… etc。</p> <p>(b)活性電極：銅、鎳、銀棒等。</p> <p>4.實驗、觀察： 將 <math>\text{CuSO}_4(\text{aq})</math> 電解，以電源供應器來提供直流電源，且分別將二杯溶液以不同的電極材料(石墨棒、銅棒)為電極。 請同學注意觀察下列幾項事項： (1)接上電源後，正、負極是否有反應？ (2)正、負極的反應是如何呢？ (3)燒杯中溶液的顏色是否有變化？ (4)二燒杯的正、負極、電解質溶液的顏色作對照。 (5)電解前應先作一些處理事項：用砂紙將石墨棒、銅棒磨光。 (6)電解後也應作一些處理：蒸餾水、丙酮、乾燥等程序。</p> <p>5.總結、綜合說明： (1)那一杯反應中有明顯的氣泡？發生在那一極？ (2)那一杯溶液的顏色仍維持不變呢？ (3)工業上用的電鍍法採用那一種方式效果較好呢？試著去想原因。</p>	<p>指導學生使用電源供應器，學生觀察、記錄，指導學生聯結電路。(實驗完畢後即將記錄呈交教師)</p> <p>石墨棒、正極 銅棒</p>	<p><math>\text{CuSO}_4(\text{aq})</math> 備用作對照。</p>

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
10分		<p>(2)電解質<math>\Leftrightarrow</math>注意考慮<math>H_2O</math>(水分子)的存在。</p> <p>(a)負極產物(金屬)：  <math>Ag^+, Cu^{2+}, Pb^{2+}, Ni^{2+} \dots etc</math>            金屬在負極析出；金屬離子(得電子能力<math>&gt;H^+</math>)            金屬析出非金屬離子(活性大於<math>H^+</math>)或金屬活性大於<math>H_2</math>。<math>Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Al^{3+} \dots etc</math>金屬無法在負極上析出，此時，  <math>2H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^- + H_2</math></p> <p>(b)正極產物(非金屬或酸根)  <math>Cl^-, Br^-, OH^-, \dots</math> 會出現在正極附近；<math>SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, NO_3^-, F^-, \dots etc</math> 無法出現於正極附近，此時，  <math>2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-</math>            (酸性大，pH值小)</p> <p>(c)口訣：            ①用<math>H_2O</math>平衡O(氧)。            ②用<math>H^+</math>平衡H(氫)。            ③用<math>e^-</math>平衡電荷。</p> <p>C.電解硫酸銅<math>CuSO_4(aq)</math>：            (a)以石墨棒(C棒)為電極：</p>	要求學生聆聽、理解，並將圖形記憶。	

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
20分	電解 (電極材料不同) 概念	<p>①負極反應：<math>\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}</math></p> <p>+ 正極反應：<math>\text{H}_2\text{O} \rightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-</math></p> <p>總反應：<math>\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}^+</math></p> <p>②負極質量增加，因為紅色的銅析出，正極上有助燃性的氧氣(<math>\text{O}_2</math>)<math>\uparrow</math>，且附近水溶液呈酸性(<math>\text{H}^+</math>)，即水溶液之pH值變小。電解槽內因<math>[\text{Cu}^{2+}]</math>減少，使藍色變淡。</p> <p>③電解時，<math>\text{Cu}^{2+}</math>游向負極，而<math>\text{H}_2\text{O}</math>水分子游向正極。</p> <p>(b)以銅棒(Cu棒)為電極：</p>  <p>①負極反應：<math>\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{紅})</math></p> <p>+ 正極反應：<math>\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-</math></p> <p>總反應：<math>\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu} + \text{Cu}^{2+}</math></p> <p>②以銅棒(Cu棒)為電極時： 負極因<math>\text{Cu}^{2+}</math>獲得電子<math>\text{e}^-</math>形成銅原子(Cu)析出，故重量增加。正極因Cu片(放出電子<math>\text{e}^-</math>)形成<math>\text{Cu}^{2+}</math>，溶於水溶液，故重量減輕。但電解槽溶液中，</p>		

時間	概念	教師活動	學生活動	備註
		<p>則 <math>[Cu^{2+}]</math> 濃度不增亦不減，即顏色不改變。</p> <p>(c)綜合上述，本實驗係作對照實驗</p> <p>控制變因：電解質 (<math>CuSO_4</math>)</p> <p>操縱變因：電極材料</p> <p>結論：電解時，電極的化學變化與電極材料有關，故可利用電解原理從事電鍍、電煉、電鑄… etc。</p>		
		<p>但上述二種方法以(b)方式較適宜從事電鍍，因 <math>[Cu^{2+}]</math> 不變，使得電鍍過程電流穩定，而且(a)方式最後變為電解水的反應，無法源源不斷地提供 <math>[Cu^{2+}]</math> 使 Cu 析附於負極上。</p> <p>下一次實驗課請同學準備硬幣，或者可供電鍍用之金屬刀片、鑰匙、etc 作“電鍍”實驗。</p>		
10分	電鍍概念	<p>1.講解、說明：</p> <p>(1)電鍍前處理： 用砂紙除銹斑→用 NaOH 除油污。</p> <p>(2)電鍍後處理： 用稀硫酸、蒸餾水清洗→丙酮沖洗→烘乾。</p>		(實驗室)

時間	概念	老師活動	學生活動	備註
20分	電鍍概念	<p>(3)電鍍中處理： 被鍍物（硬幣）須置於負極，擬鍍金屬須置於正極，電鍍液中金屬陽離子須與擬鍍金屬相同。</p> <p>電鍍完成後檢驗成品，可帶回家作紀念品。但須注意“慢工出細活”。</p> <p>2.講述，板書：<u>電鍍</u> 先請學生繪出電鍍的電路裝置圖</p>	<p>學生實作，每人均可實際體會電鍍時正、負極應掛何物。</p> <p>多能重點繪出</p>	
		<p>(1)電鍍：利用電解原理，將鍍物置於直流電源的負極，而把擬鍍金屬置於正極，而其電鍍液（電解質溶液）為含有與擬鍍金屬相同之陽離子化合物，此項程序稱為電鍍。</p> <p>例：鐵匙（被鍍物）鍍銅（擬鍍金屬）</p>  <p>硫酸銅 <math>\text{CuSO}_4(\text{aq})</math> 藍色</p>		

時間	概念	老師活動	學生活動	備註
20分		<p>負極反應：<math>\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}</math></p> <p>+ 正極反應：<math>\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-</math></p> <p>總反應：<math>\text{Cu}(\text{正}) \rightarrow \text{Cu}(\text{負})</math></p> <p>(2)電煉(電解精煉)：將粗製金屬經電解原理成爲精製金屬。</p> <p>粗銅(泡銅, 99%) <math>\xrightarrow{\text{電煉}}</math> 精製銅(電解銅, 99.95%)</p>  <p>負極：<math>\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}</math></p> <p>+ 正極：<math>\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-</math></p> <p><math>\text{Cu}(\text{正}) \rightarrow \text{Cu}(\text{負})</math></p> <p>(3)電鑄：</p>  <p>以上均爲電解原理的應用，在化學工業上顯得極爲重要。</p>		



※專題講座篇：電解

1. “電解”的定義是什麼？為什麼我們要用直流電當作電源呢？
2. 硫酸銅水溶液（ $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ ）為什麼是藍色的呢？可能在水溶液中含有那些離子存在其中呢？
3. 以石墨棒（C）為兩極電解硫酸銅 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 水溶液時，其正、負極的反應式為何？電解槽內溶液的變化又如何？
4. 改以銅棒（Cu）為兩極電解硫酸銅 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 水溶液時，其正、負極的反應式為何？電解槽內溶液的變化又如何？
5. 若用於電鍍時，3、4兩題的方式，何者較佳？理由是什麼？
6. 為什麼在電鍍時，其一電極（擬鍍金屬）必須與電解質具有相同的陽離子呢？
7. 一般在電鍍時，兩極的金屬重量和較電鍍前增加、減少或不變？為什麼？（設以鐵片鍍銅， $\text{Fe} = 56$ ， $\text{Cu} = 64$ ）
8. 試利用 Zn-Cu 電池電解 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ （以銅為兩電極材料）之電路圖，請描繪之。
9. 用交流電源電解水時，你認為電解槽內是否會發生變化？為什麼？

※概念分析：

1. “電解”的定義是什麼？為什麼我們要用直流電當作電源呢？
  - (1) 完整寫出。 44 %
  - (2) 將電能  $\leftrightarrow$  化學能。 18 %
  - (3) 不知解釋“電解”的定義。 2 %
  - (4) 不知解釋“為何用直流電源”。 38 %
  - (5) 空白。 25 %
  - (6) 誤將“電解”當成“解離”。 13 %

評析：“電解”與“解離”的定義混淆不清，仍有一成以上學生會發生誤解，而電解的定義往往寫到利用直流電產生化學變化（或電能轉換成化學能）時，對電解的定義已多能掌握，而也有許多學生誤以為交流電不發生化學變化。

2. 硫酸銅水溶液（ $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ ）為什麼是藍色的呢？可能在水溶液中含

有那些離子存在其中呢？

- |  |      |
|--|------|
| (1) $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{H}^+$ , $\text{OH}^-$ 均寫出 | 28 % |
| (2) $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$                                    | 64 % |
| (3) 空白。  | 8 %  |

評析：約三成同學，能寫出可能出現的離子，而六成以上僅寫出 $\text{Cu}^{2+}$ 和 $\text{SO}_4^{2-}$ 二種離子而已。而對“水會解離”這樣的概念，在學習 pH 值已建立了。

3. 以石墨棒 (C) 為電極電解硫酸銅水溶液時，其正、負極的反應式為何？電解槽內溶液的變化又如何？

- |  |      |
|--|------|
| (1) 正極正確： $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ 。 | 76 % |
| (2) 負極正確： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 。                     | 80 % |
| (3) 完全正確。  | 48 % |
| (4) $[\text{Cu}^{2+}]$ 減少。   | 71 % |
| (5) 空白。  | 8 %  |

評析：記憶性題目，對學生作題較能適應，而答題的正確率也頗高，雖本題的正極的答案 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ 不易作答，但有效是不容置疑的。

4. 改以銅棒 (Cu) 為兩極電解硫酸銅水溶液時，其正、負極的反應式為何？電解槽內溶液的變化又如何？

- |  |      |
|--|------|
| (1) 正極： $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ | 85 % |
| (2) 負極： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ | 86 % |
| (3) 全對。  | 48 % |
| (4) $[\text{Cu}^{2+}]$ 不變。                                   | 67 % |
| (5) 空白。  | 7 %  |

評析：正確答題率近九成，比第3題答題人數還要高，本題是以較簡易的答案。

5. 若用於電鍍時，3、4兩題的方式，何者較佳？理由是什麼？

- |           |      |
|-----------|------|
| (1) 4 較好。 | 72 % |
| (2) 3 較好。 | 8 %  |
| (3) 空白。   | 16 % |

評析：有七成答(4)方式較好，但其中有1/3學生人數可以解釋理由，但2/3人數卻無法將理由清楚說明，甚至理由錯誤，可見很多學生還是知其然但不知其所以然。

6. 爲什麼在電鍍時，其一電極（擬鍍金屬）必須與電解質具有相同的陽離子呢？

- |             |      |
|-------------|------|
| (1) 爲使濃度不變。 | 11 % |
| (2) 理由錯誤。   | 38 % |
| (3) 空白。     | 51 % |

評析：僅一成同學對本題能作完整答覆，然約九成同學無法解釋原因。多半原因是因爲學生對問答題方式作答不熟悉，且平時訓練也無法作此方面的加強。

7. 一般在電鍍時，兩極的金屬重量和較電鍍前增加、減少或不變？爲什麼？（設以鐵片鍍銅， $Fe = 56$ ， $Cu = 64$ ）

- |                    |      |
|--------------------|------|
| (1) 不變（負極增加，正極減少）。 | 81 % |
| (2) 減少。            | 8 %  |
| (3) 增加。            | 6 %  |
| (4) 空白。            | 15 % |

評析：八成學生答案正確。

8. 試利用 Zn-Cu 電池電解  $CuSO_4(aq)$ （以銅爲兩電極材料）之電路圖，請描繪之。

- |          |      |
|----------|------|
| (1) 正確。  | 42 % |
| (2) 不正確。 | 14 % |
| (3) 空白。  | 44 % |

評析：約六成學生不會繪圖或繪圖錯誤。

9. 用交流電源電解水時，你認爲電解槽內是否會發生變化？爲什麼？

- |         |      |
|---------|------|
| (1) 是。  | 20 % |
| (2) 否。  | 44 % |
| (3) 空白。 | 36 % |

評析：僅二成學生認爲交流電源會發生變化，但多數同學還是認爲僅直流電可以電解水，而不知使用直流電源的目的是因正極一直

維持是正極，負極一直是維持負極，故爲了使電解產物能在同一電極生成而加以分離，故教師也應該特別強調交流電源依然可使反應發生，唯其變化無法分離產物。

結論：由電解和解離的概念知學生還不十分清楚如何去分辨，而電解需要使用直流電的概念中，往往發現會以爲“交流電”無法使電解發生，是吾人教師應注意的。