

投稿類別：工程技術類

篇名：神奇的水溶液－
各種電解液的導電率

作者：

林奕勳。臺北市私立景文高中。資訊科二年 2 班。
劉怡伶。臺北市私立景文高中。資訊科二年 2 班。
洪楷歆。臺北市私立景文高中。資訊科二年 2 班。

指導老師：

吳永義老師
王連庸老師

壹、前言：

一、研究動機

電解質可以應用在電池、燃料電池、電鍍，甚至是電解等重要工業製程。電解液能夠對任何導電的物質進行機械加工上，其原理是以電解為基礎，在電解液廣泛應用中，甚至能夠改變金屬的屬性，如移除物質或鍍上一層物質，但各種電解液與其濃度對電解加工上之前並沒有研究資料，而電解加工時以計算導電率為主，所以找出最佳導電率的電解液進行加工可以事半功倍，也是我們感興趣研究的原因。

我們在上化學課時，學習到電解的特性與其及應用，在化學實驗中老師用了各種不同的水溶液進行導電的實驗，能夠使燈泡發光，在實驗中了解食鹽、白醋、小蘇打等水溶液中哪一種的導電性比較好，為什麼燈泡會亮呢?因為裡面含有電解質能導電，使燈泡發亮，透過這次實驗也激發了我們的好奇心，以及對電解的興趣，繼續進一步的研究不同電解液的濃度比率、導電率，然而有些電解液如果沒有好好處理，如果殘留物流入下水道或海洋會對環境會造成汙染，進而毒害微生物，就連化糞池的細菌也都會因為無法分解，而污染水質與生態，導致大自然生態失衡，當我們做完實驗時，要好好把電解液回收，才不會造成環境汙染。

二、研究目的

我們做研究最大目的就是找出對電解加工中的電解液。電解加工以往因為電解液的研究資料缺乏而使電解加工無法往精細工業發展，若能調配最佳電解液，在微型穿孔工業上提供平滑度高的加工模式，比尖端放電鑿孔更細緻。

三、研究方法

- (一) 了解更多有關電解溶液的知識。
- (二) 在不同的電解質會有什麼不同的導電反應。
- (三) 電解溶液的導電率會有什麼影響以及優缺點。
- (四) 實驗各種電解溶液不同濃度的穩定性、導電率。
- (五) 討論、未來展望。

貳、正文

一、電解

直流電流過熔融態電解質或其水溶液，在陰極發生還原反應，而在陽極發生氧化反

應，稱為電解。

(一) 何謂電解質

電解質是指可以產生正負離子而能夠導電的化合物，能夠在溶液中導電的物質。關於電解溶液為什麼會導電？電解質水溶液中產生分別帶有正負電荷的粒子叫作離子。溶液中負離子流向陽極正離子流向陰極，由於正負離子的移動而產生電流，使離子在溶液中自由移動。但是固態的電解質是不導電的，電解質通常分為強電解質和弱電解質：

1、強電解質：

凡電解質溶於水時，幾乎完全解離成離子者稱為強電解質。強酸、強鹼和大多數鹽類都是強電解質。

2、弱電解質：

電解質溶於水時，僅有一部份解離成離子者稱為弱電解質。弱酸、弱鹼、中強酸和水等化合物都是弱電解質。

(二) 電解質的種類

1、酸類電解質：食醋內的醋酸、清洗廁所的鹽酸內的氯化氫、硫酸。

2、鹼類電解質：建材用的熟石灰，學名氫氧化鈣、燒鹼學名氫氧化鈉。

3、鹽類電解質：調味的食鹽，學名氯化鈉、製造香腸的亞硝酸。

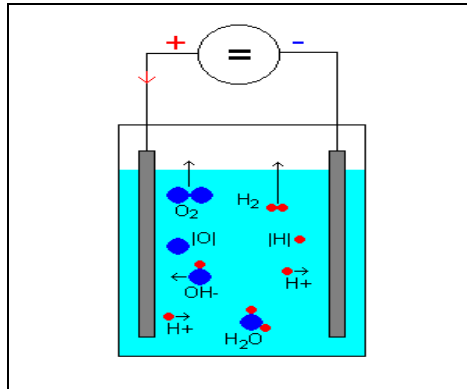
4、有些化合物（氣體）或金屬氧化物溶於水也會導電：如二氧化硫、氨、氧化鈉、等也是電解質。

5、熔融態：有些物質在常溫下呈固態，須加熱至高於其熔點的溫度才化成液態，這種由常溫下的固體加熱所得的液態物質稱為熔融態。它也是電解質也能導電。

二、電解原理

(一) 電解原理與應用

利用直流電的電能轉變成化學能與電池的原理恰好相反，電解液必須是電解質溶液、或是熔融狀態。電化學電池是利用氧化還原反應將化學能轉為電能，反之，若以直流電通過熔融態電解質或其水溶液時，在陰極和陽極上亦會發生氧化還原反應，電解圖如下圖（一）所示。



圖（一） 電解圖

（二）電解應用

電解在工業應用上很重要；例如：鹼氯工業、電容熔液、銅電解精煉、電解製鋁、熔鹽電解、電冶金、電鍍、也可儲能成為燃料電池的燃料，電解在製造程序上稱為電化學加工。電解加工的優點例如不受材料本身強度、硬度和韌性的限制，可加工高強度、高硬度和高韌性等難以裁切的金屬材料，例如淬火鋼、鈦合金、硬質合金、不銹鋼、耐熱合金等。

（三）電解液配置的方法

1、以體積莫耳濃度公式：容積莫耳濃度 = $\frac{\text{溶質之莫耳數}}{\text{溶液公升數}}$

例如：如果需要調配 500mL 的電解液，則需要減半等於 250mL 的水，250mL 的水加入溶質等到完全溶解後，再加水到目標 500mL 的電解液。

2、以重量百分濃度：公式：重量百分濃度 = $\frac{\text{溶質重}}{\text{溶液重}} \times 100\%$

例如：10g 的蔗糖溶於 100g 的水中，則重量百分溶的為%？

$$\frac{10}{10+100} \times 100\% = 9.09\%$$

（四）電解液回收

1、氫氧化鈉（NaOH）

- (1) 參考政府相關法規處理。
- (2) 可中和、稀釋後沖入排水溝。
- (3) 可在核准的焚化爐內將其稀釋氣化。
- (4) 高濃度時對水中生物有害。

2、硝酸鈉 (NaNO₃)

- (1) 先在大容器中與等體積的蘇打灰混合。並加水混成泥，再加入次氯酸鈣並視需要再加一些水。
- (2) 靜置 2 小時後依情況用 6MHCl 或 6M 的 NaOH 中和，可用石蕊試紙測試，最後用大量的水清洗容器，處理畢在聯絡供應商或合格的廢棄物處理商做進一步處理。
- (3) 依相關法規處理。

3、氯化鈉 (NaCl)：

- (1) 參考相關法規處理。
- (2) 稀釋後可直接排放

三、實驗流程與步驟：

(一) 實驗流程圖如下圖 (二) 所示

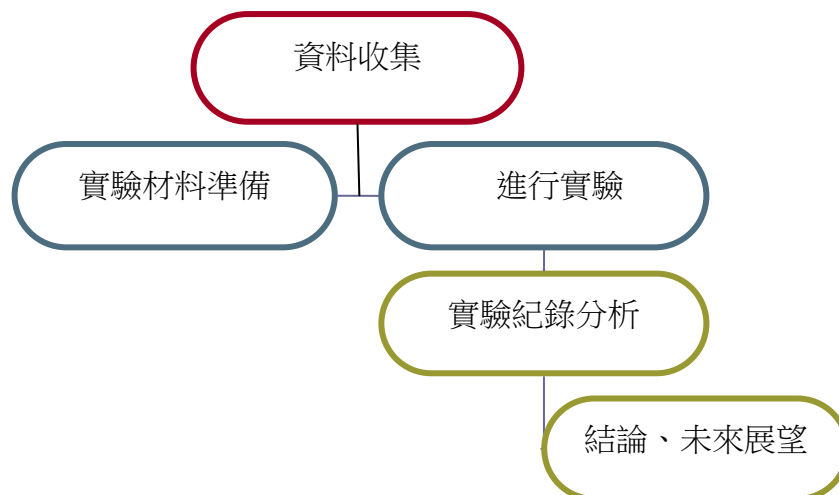


圖 (二) 流程圖


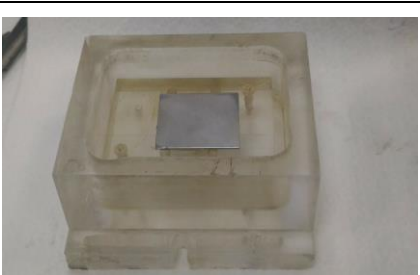
(二) 實驗步驟

量測三種化學物質 (NaCl、NaOH、NaNO₃) 5%、10%、20%電解時的極間電壓。首先我們在老師的指導與參考書本，依計畫實驗流程圖，我們尋找各種設備及材料來進行組裝進行實驗，將電解液倒入電解槽後，進行電解液兩電極間的距離定位及量測流經電阻 1Ω 電壓換算成電解電流，利用測量所得到的電解電流數據來進行分析討論。

四、實驗設備及材料

(一) 實驗機台裝置：

表 (一) 實驗設備

			
名稱	電源供應器	名稱	數位式三用電表
說明	使用電源供應器型號 GPS3303 提供三組輸出直流電源供應器，2 組可調 0~30V、0~3A，1 組固定電壓 5V/3A，提供 6V 作電解液電壓。	說明	本次實驗使用數位式三用電表測量電解時的電壓換算成電解電流。
			
名稱	毫米測量規	名稱	實驗電解槽
說明	測量電解液兩電極間的距離	說明	利用壓克力製成的電解槽

(二) 實驗電解液材料

1、蒸餾水

蒸餾水是用蒸餾機將自來水用高熱煮開蒸發成水蒸氣，再經過冷水管凝結成水，而蒸發的水蒸氣無一點雜質，是純淨的水，純水有極微弱的導電能力。一般普通的水因含有少量電解質而有較強的導電能力。

2、化學原料

NaCl(氯化鈉)、NaOH(氫氧化鈉)、NaNO₃(硝酸鈉)

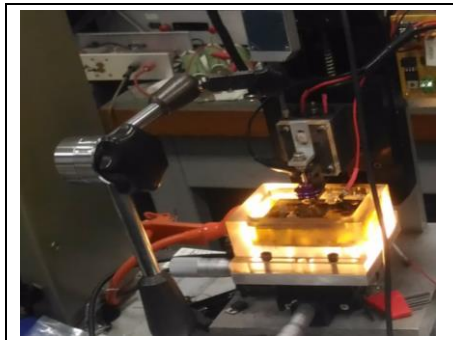
3、寶特瓶

350ml的寶特瓶12個分裝各種濃度的電解液及蒸餾水。

五、實驗方法及記錄

(一)、實驗方法

電解液以重量百分比調配不同濃度的電解液，濃度大小分別為 5%、10%、20%，再放入電解槽中，接上電源供應器後，將電解液放入電解槽，再藉由毫微米測量規測距離由小到大增加變化，從基本電學所學測量 1Ω 電阻兩端電壓換算成電解電流，並量測各個濃度的電解電流及導電性，並記錄數據資料，實驗情形如下圖（三）所示。



圖（三） 實驗方法

(二)、實驗紀錄

1、量測 NaNO₃ 電解液中電解電流：

表（二）電解液 NaNO₃ 電解電流比較表（單位：A）

量測次數 極間距離	實驗測量數據 NaNO ₃						
	1	2	3	4	5	電解電流 (A)	濃度

神奇的水溶液-各種電解液的導電率

10 μ m	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	5%
20 μ m	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
5 μ m	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
100 μ m	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	
200 μ m	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	
10 μ m	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	10%
20 μ m	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
50 μ m	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	
100 μ m	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
200 μ m	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
10 μ m	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	20%
20 μ m	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	
50 μ m	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
100 μ m	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	
200 μ m	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	

2、量測 NaCl 電解液中電解電流：

表（三）電解液 NaCl 電解電流比較表（單位：A）

量測次數 極間距離	實驗測量數據 NaCl						濃度
	1	2	3	4	5	電解電流 (A)	
10 μ m	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	5%
20 μ m	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
5 μ m	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
100 μ m	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	
200 μ m	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	
10 μ m	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	10%
20 μ m	0.07	0.02	0.07	0.06	0.07	0.07	
50 μ m	0.05	0.04	0.03	0.06	0.03	0.04	
100 μ m	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	
200 μ m	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	
10 μ m	0.04	0.07	0.06	0.08	0.07	0.07	20%
20 μ m	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	
50 μ m	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.07	
100 μ m	0.02	0.06	0.04	0.07	0.07	0.05	
200 μ m	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	

3、量測 NaOH 電解液中電解電流：

表（四）電解液 NaOH 電解電流比較表（單位：A）

量測次數 極間距離	實驗測量數據 NaOH						電解電流 (A)	濃度
	1	2	3	4	5			
10 μ m	0.05	0.07	0.06	0.08	0.06	0.06	5%	
20 μ m	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07		
5 μ m	0.07	0.07	0.04	0.07	0.07	0.07		
100 μ m	0.05	0.06	0.04	0.07	0.06	0.05		
200 μ m	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06		
10 μ m	0.09	0.09	0.08	0.06	0.09	0.09	10%	
20 μ m	0.07	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09		
50 μ m	0.06	0.07	0.09	0.08	0.09	0.07		
100 μ m	0.07	0.07	0.08	0.09	0.07	0.07		
200 μ m	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08		
10 μ m	0.11	0.09	0.10	0.13	0.10	0.10	20%	
20 μ m	0.10	0.11	0.12	0.10	0.11	0.10		
50 μ m	0.09	0.08	0.06	0.11	0.09	0.08		
100 μ m	0.09	0.09	0.10	0.11	0.10	0.09		
200 μ m	0.05	0.06	0.06	0.09	0.07	0.06		

六、研究比較與分析

綜合以上各項電解液電流測量比較實驗如下圖（四）～（五）所示，獲得以下結論：不只在材料不同，在濃度不同、距離不同，都會產生不同的電流變化都會影響電解的電流量，這些變化發現濃度越高電流越大情況，根據:法拉第第一與第二電解定律所提，析出物質的質量 M 與通入電流的電量 Q 都呈現正比關係、如下關係式(1)，所以改變電流量可以控制物質移除量，來進行精微加工製造技術。

由實驗比較圖可以看出來並了解濃度越高，因陰陽離子濃度高產生電解液電流越大，材料不同產生不同的電流變化，其中實驗電解材料中以氫氧化鈉 NaOH 為最好。

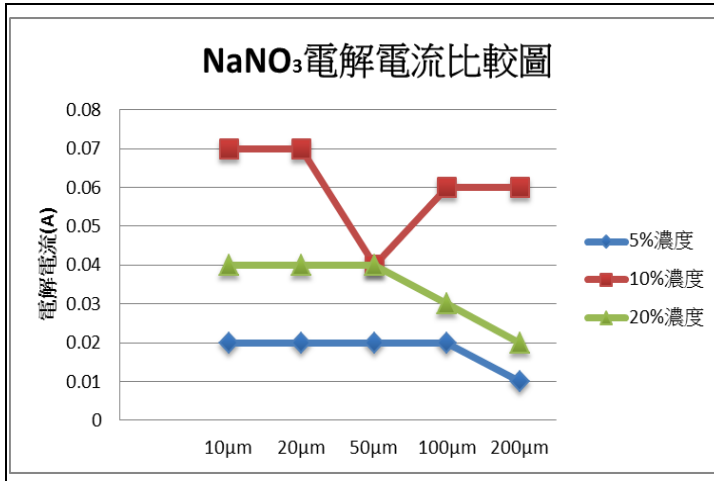


圖 (四) NaNO₃ 電解電流比較圖

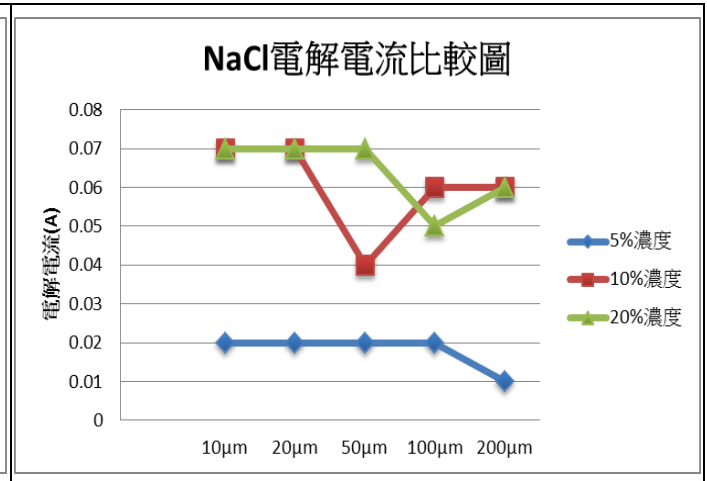


圖 (五) NaCl 電解電流比較圖

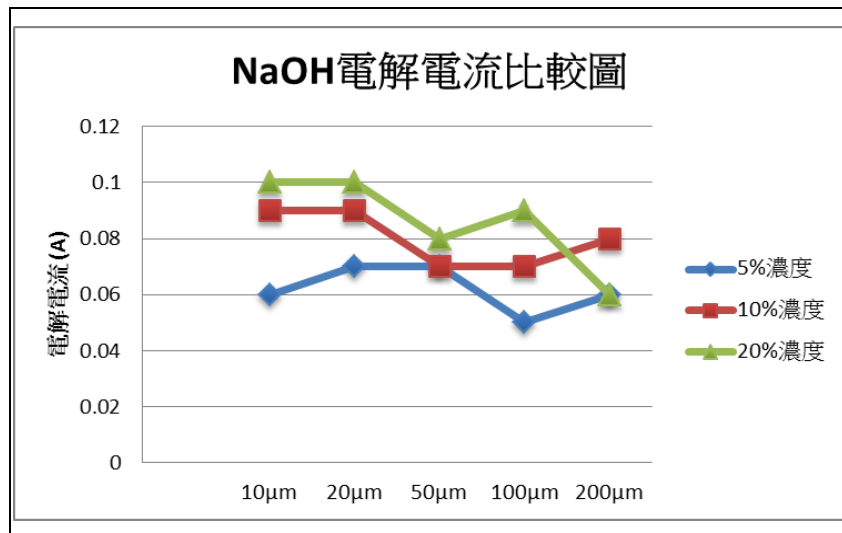


圖 (六) NaOH 電解電流比較圖

參、結論：

一、結論

電解質的應用，除了在人體上之外，化學物質氧化還原的電解作用除可以應用在電池、燃料電池、電鍍、電解加工等工業製程。綜合以上實驗結果，我們發現在相同電壓下，當電解溶液濃度和極間距不同時，所產生的電解電流也會有所不同。但這次實驗測量電解電流的結果都很雷同，必須要用更精確的機器去做測量，實驗結果才會更準確，這是我們要進一步探討的地方。透過這次的實驗讓我們了解空洞的想像與實際的不同，在實驗我們得到很多有關於電解溶液的知識即使在小的電壓小的電流也會有極大的用處，科技日新月異，相信未來我們可以發現更多關於電解質的應用，藉此來提升科技的進步及技術。研究學習的路是永無止盡的，唯有積極的求知態度才能把所學的知識融會貫通。

二、未來與展望

電解質可以應用在電池、燃料電池、電鍍，甚至是電解加工製程上。尤其電解液可以用在電解加工能夠加工任何導電的工件，其原理是以電解為基礎，電解液能夠對任何導電的物質進行機械加工上，其原理是以電解為基礎，在其廣泛工業製程應用中，甚至能夠改變金屬的屬性，如移除物質或鍍上一層物質，相信改變微小電流量作為小的物質移除量，這個技術能夠在精細製程上應用。

肆、引註資料：

註一：陳炳亨（101年3月初版）。**選修化學（上）**。翰林文化事業股份有限公司。

註二：維基－電解質。取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B5%E8%A7%A3>

註三：電解質。2017年02月18日，取自

<http://w2.ctjh.chc.edu.tw/nat/phy-che/%E7%AC%AC13%E7%AB%A0%E9%9B%BB%E8%A7%A3%E8%B3%AA.htm>

註四：黃錦華（104年1月出版）。**基本電學(上)**。華興文化事業股份有限公司。

註五：電解質的應用。2016年02月20日，取自

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4301>

註六：物質安全資料表查詢。2016年02月20日，取自

http://ghs.ntut.edu.tw/sds/SdsQuery_index.jsp

註七：融溶態。2016年02月21日，取自

<http://www.twwiki.com/wiki/%E7%86%94%E8%9E%8D%E6%85%8B>