

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 物理科

040114

以簡易電路探討食鹽水的導電性

學校名稱：國立金門高級中學

作者： 高一 洪銘駒 高一 蔡源寧	指導老師： 呂世璋
-------------------------	--------------

關鍵詞：導電液柱、電阻、歐姆定律

以簡易電路探討食鹽水的導電性

摘要

本實驗乃針對探討導電液的導電性或電阻值是否適用，課本所提的**歐姆定律**延伸式 $I = \frac{V}{R} = \frac{VA}{\rho L}$ 而量身設計的，是故利用吸管為容器填裝食鹽水(導電液)以方便控制長度 L 及截面積 A 。

為完整的探討影響導電液的各项因素，實驗中設計以食鹽水溶液裝入各種粗細長條形吸管製作導電液柱、U型管及圓盤容器，探討不同的食鹽水濃度、溫度、液柱長度粗細、通電時間、電極物質、兩正負電極距離等因素，對通電時電流值的影響。

由本實驗可知條型容器（截面積固定不變）的導電液，和金屬導體一樣，可滿足歐姆定律：「通電電流與導體截面積 A 成正比而與正負兩電極距離 L 成反比」。

以濃度 $M=20.0\%$ 、溫度 $T=16.0^{\circ}\text{C}$ 為例

$$\begin{aligned} I \text{ (mA)} &= \frac{106.3 * V}{L} = \frac{106.3 * A * V}{\pi 1.2^2 * L} \\ &= 23.5 \frac{V(V)A(\text{cm}^2)}{L(\text{cm})} \end{aligned}$$

為進一步明確找尋其他形狀導電液柱的 L 與 A ，我們首先探討圓盤容器中食鹽水溶液中的各點電壓分布情形，甚而想了解溶液中離子的移動軌跡或密度分布。在本實驗已對圓盤中的各點相對電壓及離子分布密度有**初步**的認識。

壹、研究動機

在基礎物理課有上到關於電阻定義、歐姆定律的課程，提到可以 $\rho \times L \div A$ 來表示物質的導電能力，但並非所有的物質均滿足上式，只有所謂的“歐姆導體”存在的公式，那“液態物質”呢？是不是跟金屬導體有著一樣的公式，還是另有其他的公式，好奇心這把鑰匙，開啟了這項實驗的大門，在實驗開始前，我們分別以不同的液柱長度粗細、濃度、溫度、時間、距離、電極物質等等因素先做了些許實驗，發現有些因素會引響通電電流。進而做了些較深入的實驗，而成為了這次實驗研究的題材。

貳、研究目的

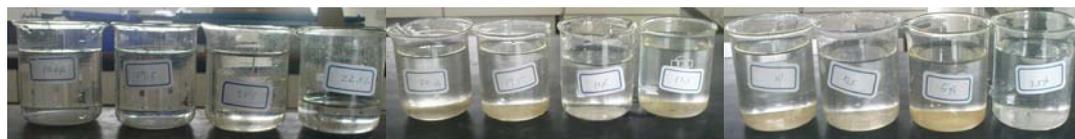
- 一、探討電極材質對通電電流的影響。
- 二、探討食鹽水濃度與導電程度的關係。
- 三、探討水溶液的溫度與導電程度的關係。
- 四、探討不同粗細的導電液柱與導電程度的關係。
- 五、探討電極在導電液柱的相對位置對其導電性的影響。
- 六、探討兩電極的距離對導電液柱導電程度的影響。
- 七、探討圓形容器中食鹽水溶液各點的電壓，以了解離子移動軌跡。

參、研究器材和裝置

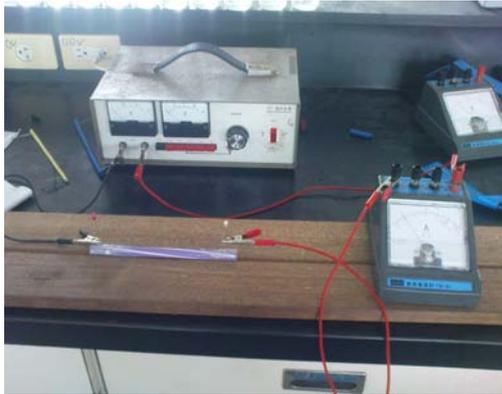
一、研究器材

電源供應器	3台	攪拌器	1台
吸管(直徑1.20cm)	1包	吸管(直徑0.8cm)	1根
吸管(直徑0.5cm)	1根	燒杯(300ml)	12個
燒杯(250ml)	12個	培養皿	1個
圓盤蓋(直徑12.5cm)	1個	U型管	3個
電線	4條	碳棒	4根
大頭針	4個	電子電表	3台
電子天平	1台	鹽1kg	2包
膠帶	1卷	尺	1把
剪刀	1把	酒精燈	1座

二、研究裝置



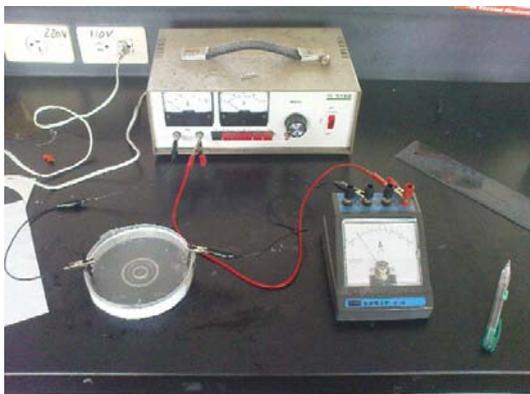
圖(3-1) 2.50%~~~30.00%的水溶液



圖(3-2)通電電路1



圖(3-3)通電電路2



圖(3-3)通電電路3

肆、研究步驟

實驗一、探討電極材質對通電電流的影響

(一)、將重量百分濃度為25.0%的食鹽水40.0mL 倒入U型管中，以珠針為兩電極。

(二)、將電源供應器的電壓調為10.0V，通電後，記錄通電時間及電流值。

(三)、改變電極材質為銅線、碳棒，重複步驟(一)、(二)。

(四)、繪製電流對時間關係圖。



圖(4-1-1)電極材質

實驗二、探討水溶液濃度與導電程度的關係

(一)、將 2.5% 的食鹽水 20.0mL 倒入口徑 1.20cm 長 18.00cm 的吸管中，並用膠帶封住兩口，以珠針插入吸管作為兩電極(如右圖)。



圖(4-2-1)條型導電

(二)、將電源供應器的電壓調為 5.0V，通電後，記錄水溶液柱通電時的電流大小。

(三)、改變食鹽水溶液濃度為 5.0%、7.5%…至過飽和，實驗步驟重複(一)、(二)。

(四)、繪製電流對食鹽水濃度關係圖。

實驗三、探討水溶液的溫度與導電程度的關係

(一)、將 25.0% 的食鹽水倒燒杯中，並加熱到大於 55.0°C 的溫度後，將水溶液倒入 U 型管中，以碳棒為兩電極，如右圖。



圖(4-3-1)U 型導電液

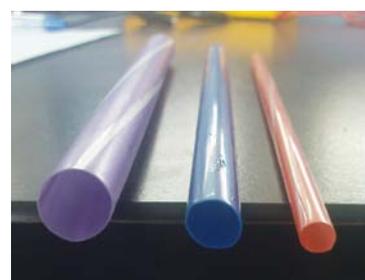
(二)、將電源供應器的電壓調為 5.0V，通電後，水溶液會慢慢降溫，記錄水溫(由 55.0°C 至 20.0°C)及通電時的電流大小。

(三)、改變水溶液濃度為 20.0%，重複步驟(一)、(二)。

(四)、將實驗結果，繪製成電流對溫度關係圖。

實驗四、探討不同粗細的導電液柱與導電程度的關係

(一)、將 25.0% 的食鹽水倒入口徑 1.20cm 長 18.00cm 的吸管中，並用膠帶封住兩口，以珠針插入吸管作為兩電極，如圖((4-2-1))。



圖(4-4-1)不同口徑吸管

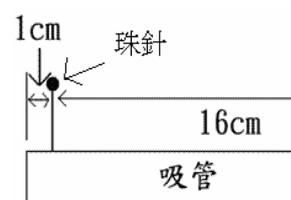
(二)、將電源供應器的電壓調為 5.0V，通電後，記錄水溶液柱通電時的電流大小。

(三)、改變液柱粗細為 0.80cm、0.50cm 如右圖，重複步驟(一)、(二)。

(四)、繪製電流對吸管口徑關係圖。

實驗五之一、探討電極在導電液柱的相對位置對其導電性的影響

(一)、將 20.0% 的食鹽水倒入口徑 1.20cm 長 18.00cm 的吸管中，並用膠帶封住兩口，以一珠針插入距離吸管端點 1.00cm 如右圖處，另一珠針插入距另一吸管端點 9.00cm 處，兩珠針 電極相距為 8.00cm。



圖(4-5-1)條型導電液柱示意圖

(二)、將電源供應器的電壓調為 10.0V，通電後，記錄水溶液柱通電時的電流大小。

(三)、固定兩電極距離為8.00cm，改變正電極離右端點的距離為2.00cm、...5.00cm，重複步驟(一)、(二)。

(四)、繪製電流對正電極離右端點的距離關係圖。

實驗五之二、探討兩電極的距離對導電液柱導電程度的影響

(一)、將20.0%的食鹽水倒入口徑1.20cm長18.00cm的吸管中，並用膠帶封住兩口，以珠針插入吸管作為兩電極。

(二)、將電源供應器的電壓調為10.0V，通電後，記錄水溶液柱通電時的電流大小。

(三)、調整電極位置以改變兩電極距離為16.00 cm、...4.00cm，實驗步驟重複(一)、(二)。

(四)、將所記錄下來的資料，繪製電流對電極距離關係圖。

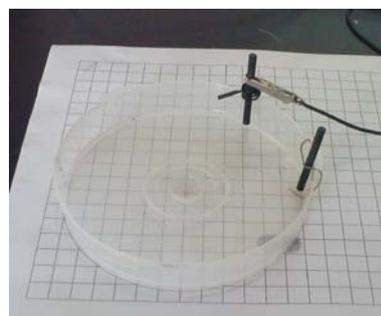
實驗六、探討圓形容器中食鹽水溶液各點的電壓，以了解離子移動軌跡

(一)、將15.0%的食鹽水倒入直徑12.50cm的圓盤蓋中，將碳棒固定並作為兩端電極如右圖。

(二)、將電源供應器的電壓調為5.0V，通電後，記錄導電液通電時各點的電壓大小。

(三)、繪製各點電壓圖。

(四)、改變電極相對位置2次，實驗步驟重複(一)、(二)、(三)。



圖(4-4-1)圓盤水溶液

伍、實驗結果

實驗一、探討電極材質對通電電流的影響

(一)、實驗資料

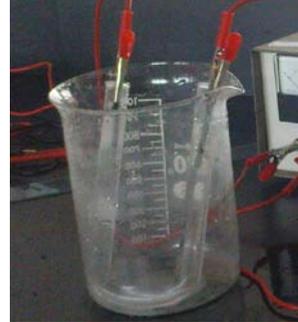
1. 數據：略



圖(5-1-1)珠針電極



圖(5-1-2)銅線電極



圖(5-1-3)碳棒電極

2. 實驗過程中，觀察發現三種電極材質，負極均將產生氣體，且水溫也隨之增高(負極溫度約高於正極溫度2-3℃)。我們認為該氣體應為氫氣。反應式如下。



3. 以珠針為電極的正極產物如下圖(5-1-4)：

實驗一開始發現溶液中有黃色產物，而後產生淺綠色的沉澱物，最後電極本身會變成黑色。我們判斷電極若是鐵、鎳、鉻電解時均有可能產生綠色產物(Fe^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Ni^{2+})，而黃色產物有可能是重鉻離子。又查市面上的小飾品，大部分是鐵製品，在其表面上鍍上一層鎳或鉻，比對實驗結果，我們認為實驗中所採用的珠針應是鐵鍍鉻。

4. 以銅線為電極的正極產物如下圖(5-1-5)：

銅線電極將產生紅褐色物質，我們認為應是 Cu_2O ，攪拌時，水溶液又略呈淡藍色應是 Cu^{2+} 。

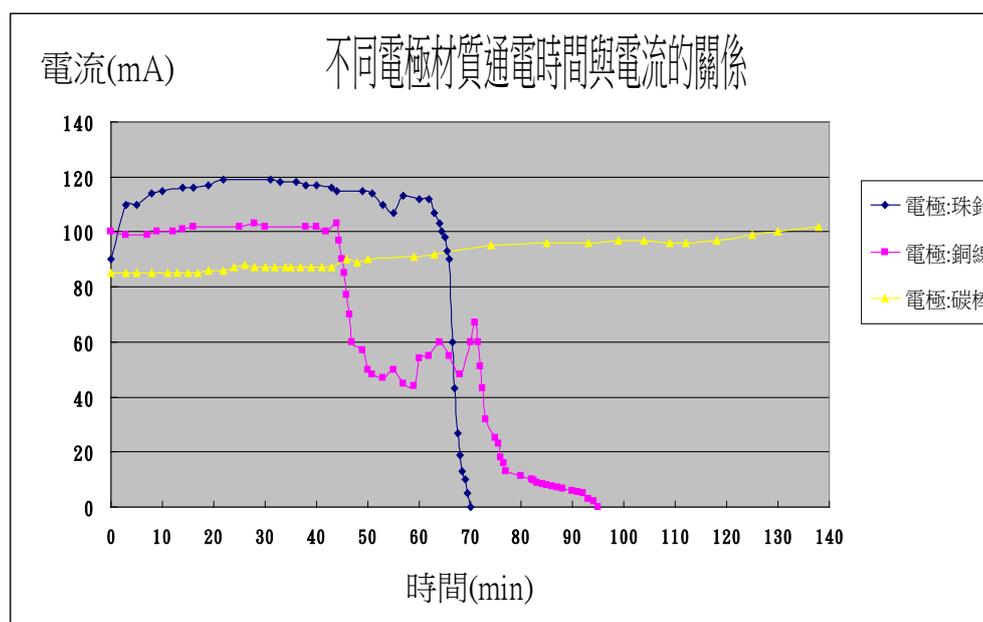


圖(5-1-4)珠針電極



圖(5-1-5)銅線電極

4. 電流對通電時間關係圖如下：



圖(5-1-6)電流對通電時間關係圖

(二)、實驗分析

1. 由上圖可將本實驗結果分成導電性與穩定性兩部分來分析

(1) 導電性：可分成 3 階段

A. 通電前2分鐘：比較不同電極材質的通電電流值大小，為銅線 > 珠針 > 碳棒。

B. 通電2分鐘至40分鐘：不同電極材質的通電電流值大小，依序為珠針 > 銅線 > 碳棒。

C. 通電45分鐘至65分鐘：通電電流值大小，依序為珠針 > 碳棒 > 銅線。

(2) 穩定性：由圖(5-1-6)可知就穩定性而言，碳棒 > 銅線 > 珠針。

A. 碳棒電極：電流值隨通電時間漸增而略微增大，相對於其他兩材質電極，可說不受通電時間影響。(基於實驗時間關係，只記錄到138分鐘，實際做了300分鐘，但電流還是穩定為100mA)。

B. 銅線電極：通電的前42分鐘，電流穩定的在100mA，但42分鐘後，電流大小降至60mA，變在43mA至64mA間振動不定，約於70分鐘時又開始迅速下降，於94分鐘時，終因銅線斷裂而中斷。

C. 珠針電極：以通電3分鐘至20分鐘間，電流大小可說是穩定上升。22分至30分間電流值穩定為119mA，直至45分前尚稱穩定，但之後電流持續不穩至65分鐘後迅速下降，70分鐘變為0。

2. 分析以上結果，我們認為珠針在通電2分鐘前，電流值之所以低於銅線電極應是市售珠針為美觀於表面鍍上一層極薄薄膜，此薄膜於通電2分鐘內迅速分解脫落，而其內的導體在通電的食鹽水溶液中又發生化學反應產生綠色物質，在約短短 1 小時後斷裂而使得電路中斷。

3. 以碳棒電極的電流值可能是因溶液溫度漸增，而使得電流大小隨之增大。

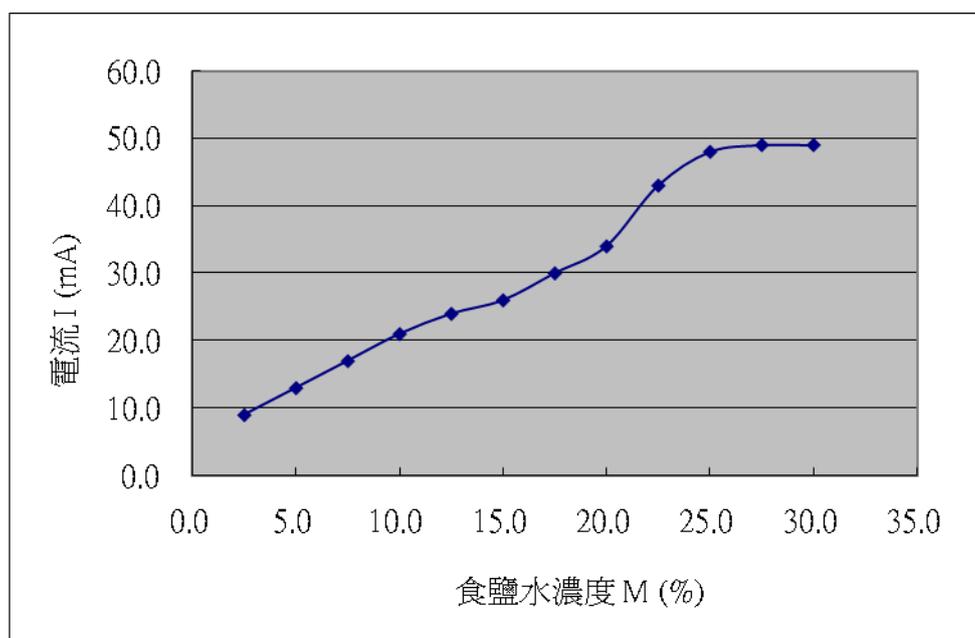
4. 小結：若實驗中需長時間觀察者，建議以穩定性極佳的碳棒為電極。而在我們設計的條型(吸管)導電液柱實驗中，以導電性最佳的珠針為電極，觀察時間需控制在通電3分鐘至25分鐘之間。

實驗二、探討水溶液濃度與導電程度的關係

(一)、實驗資料

液柱 (條)長	管長 口徑	輸入 電壓	溫度	一電極右 端點距離	電極 距離	電極
18.00cm	12.0mm	5.0V	16°C	1.00cm	16.00cm	珠針

食鹽水濃度(%)	電流(mA)	食鹽水濃度(%)	電流(mA)
2.5	9.0	17.5	30.0
5.0	13.0	20.0	34.0
7.5	17.0	22.5	43.0
10.0	21.0	25.0	48.0
12.5	24.0	27.5	49.5
15.0	26.0	30.0	50.0



圖(5-2-1) 電流對食鹽水濃度關係圖

(二)、實驗分析

1. 可以百分濃度20.0%分界，分為2階段討論：

A. 濃度M為2.5%–20.0%：通電電流 I – M呈線性關係，以Microsoft Excel試算軟體加入線性趨勢線可得關係式如下

$$I = 1.38 * M(\%) + 6.21 \text{-----(5-2-1)式}$$

B. 濃度M為20.0%–30.0%：通電電流 I – M關係曲線為一開口向下的彎曲曲線，表示電流值隨濃度之變化漸緩，最終至電流值不再隨食鹽水的重量百分濃度增加而增加。造成此現象我們認為其原因為25.0%的食鹽水已經接近飽和，而27.5%及30.0%的食鹽水均已經過飽和了，兩者水溶液的離子濃度是一樣的，所以通電後兩著電流就一樣。

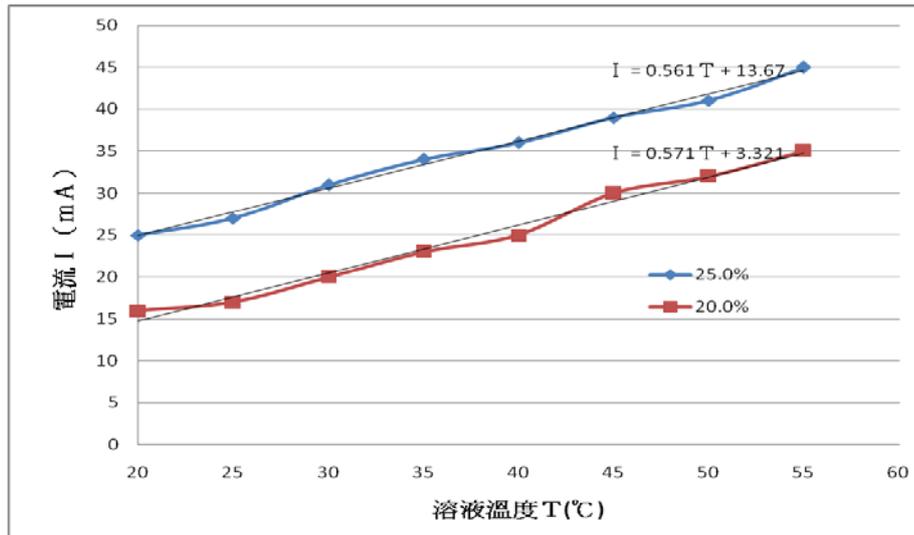
2. 小結：食鹽水溶液的導電性與溶液中解離後的離子濃度呈線性關係，關係式如(5-2-1)式。

實驗三、探討水溶液的溫度與導電程度的關係

(一)、實驗資料

液柱	輸入電壓	電極
U 型管	5.0V	碳棒

電 流 濃 度	溫 度 (°C)	55.0	50.0	45.0	40.0	35.0	30.0	25.0	20.0
25.0%		45.0	41.0	39.0	36.0	34.0	31.0	27.0	25.0
20.0%		35.0	32.0	30.0	25.0	23.0	20.0	17.0	16.0



圖(5-3-1) 電流與食鹽水溫度(°C)的關係圖

(二)、實驗分析

1. 由上圖可發現，當溫度越高時，食鹽水通電後，所測量到電流值也就越高。原因為當溫度較高時，食鹽水中的離子較活躍，導電能力較好。

2. 經由Microsoft Excel試算軟體加入線性趨勢線可得電流與溫度的關係式如下。

$$\text{食鹽濃度}(25.0\%) \quad I = 0.56T + 13.67 \quad \text{----(5-3-1)式}$$

$$\text{食鹽濃度}(20.0\%) \quad I = 0.57T + 3.321 \quad \text{----(5-3-2)式}$$

3. 分析以上二式，常數項之大小與食鹽水溶液濃度有絕對關係，濃度越高，通電電流越大，如實驗二所述。

4. 斜率部分，我們認為應是電流隨水溫的線性比率值與其他因素無關，因而將兩值平均四捨五入得0.57來表示電流與溫度的比值。

5. 小結：U型管食鹽水導電液中電流與溫度(°C)的食鹽水的關係式為

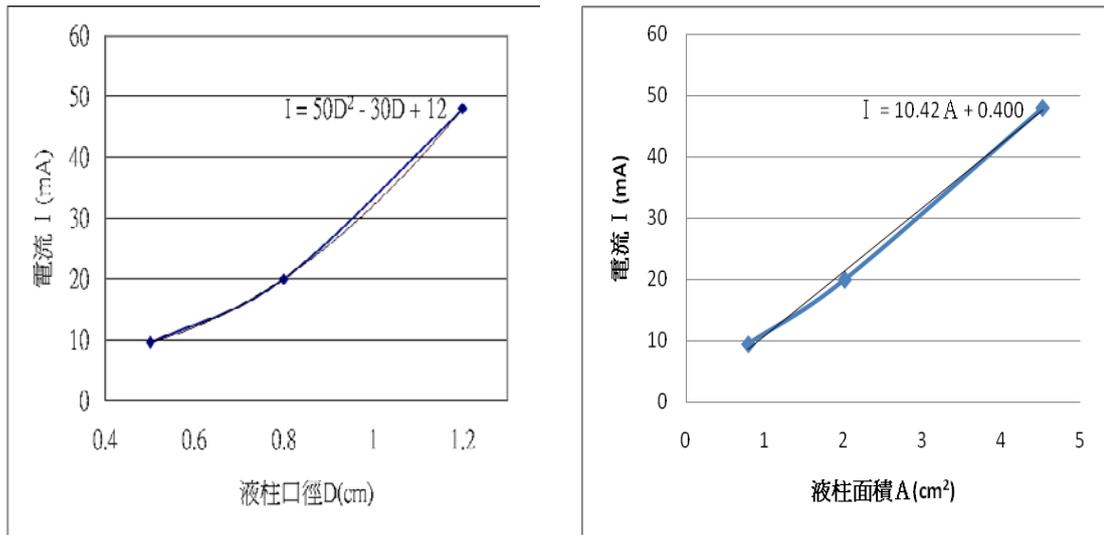
$$I = 0.57T + \text{濃度因素值} \quad \text{----(5-3-1)式}$$

實驗四、探討不同粗細的導電液柱與導電程度的關係

(一)、實驗資料

液柱 (條)長	濃度	輸入 電壓	初始 溫度	一電極右 端點距離	電極 距離	電極
18.00cm	25.0%	5.0V	16°C	1.00cm	16.00cm	珠針

溶液體積(mL)	液柱口徑(cm)	液柱面積(cm ²)	電流(mA)
20.0	1.20	4.5216	48.0
9.0	0.80	2.0096	20.0
3.5	0.50	0.785	9.5



圖(5-4-1) 電流與食鹽水液柱粗細的關係圖

(二)、實驗分析

1. 由上圖可發現，吸管(液柱)越粗，接相同電壓時連接電路時，其電流值越高。

2. 我們依基礎物理第六章所學的電阻定律：「金屬導線之電阻與截面積成反比，而與長度成反比。」及電阻的定義： $R = V / I$ ，得

$$I = \frac{V}{R} = \frac{VA}{\rho L} \propto A \text{ ---- (5-4-1) 式}$$

於是我們進一步繪製 I - A 關係圖，如圖(5-4-1)，發現食鹽水導電液與金屬導體相若，電流 I 與截面積 A 成正比。並得到其趨勢線的關係式為

$$I = 10.4A + 0.4 \text{ ----(5-4-2)式}$$

仿(5-4-1) 式修正為

$$I = 10.4A \text{ ----(5-4-3)式}$$

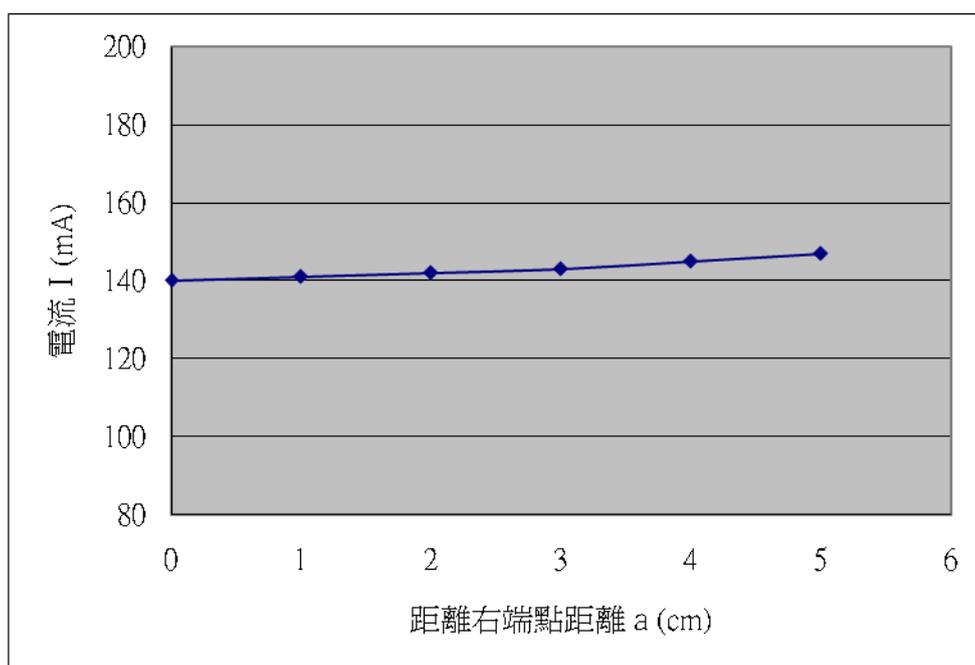
3. 小結：**電流與食鹽水導電液截面積成正比。**

實驗五之一、探討電極在導電液柱的相對位置對其導電性的影響

(一)、實驗資料

液柱 (條)長	濃度	輸入 電壓	初始 溫度	電極 距離	電極
18.00cm	20.0%	10.0V	16°C	8.00cm	珠針

正極距右端 點距離(cm)	電極距離 (cm)	負極距左端 點距離(cm)	電流(mA)
1.00	8.00	9.00	141.0
2.00	8.00	8.00	142.0
3.00	8.00	7.00	143.0
4.00	8.00	6.00	145.0
5.00	8.00	5.00	147.0



圖(5-5-1) 電流與電極位置的關係圖

(二)、實驗分析

1. 我們利用吸管裝上同濃度的食鹽水以自製導電液柱(圖4-2-1)實驗,發現電極位置越接近吸管中央,電流值會稍高 $\Delta I=6.0\text{mA}$ 。

2. 最大改變量 6.0mA (我們還特意將輸入加大至 10.0V),相較於平均電流值 144.0mA ,相對誤差為

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{6.0}{144.0} = 0.04 = 4\%$$

該誤差值甚小，故我們認為 $\Delta I=6.0\text{mA}$ 應為實驗誤差，探討其原因可能是因為溫度的控制未如理想(水溫已因通電略有增加，而使得電流略增)。

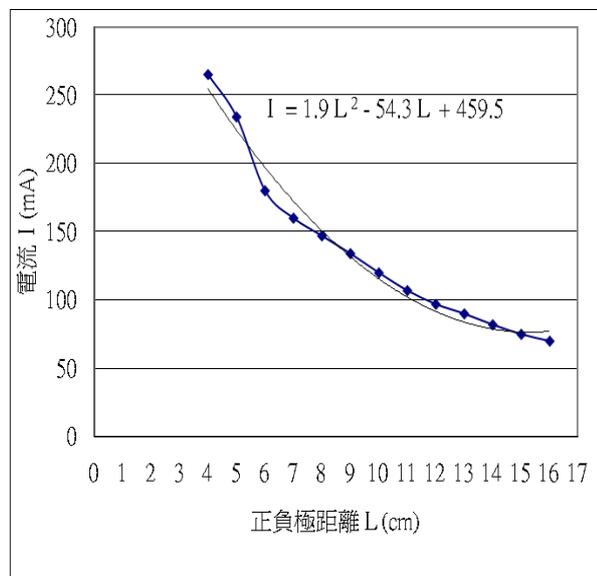
3. 小結：只要兩電極距離固定，雖電極位置不同，對電流值的可說是沒影響。意即兩電極(正負極)兩側的水溶液柱長短關係對導電電流值並無影響。

實驗五之二、探討兩電極的距離對導電液柱導電程度的影響

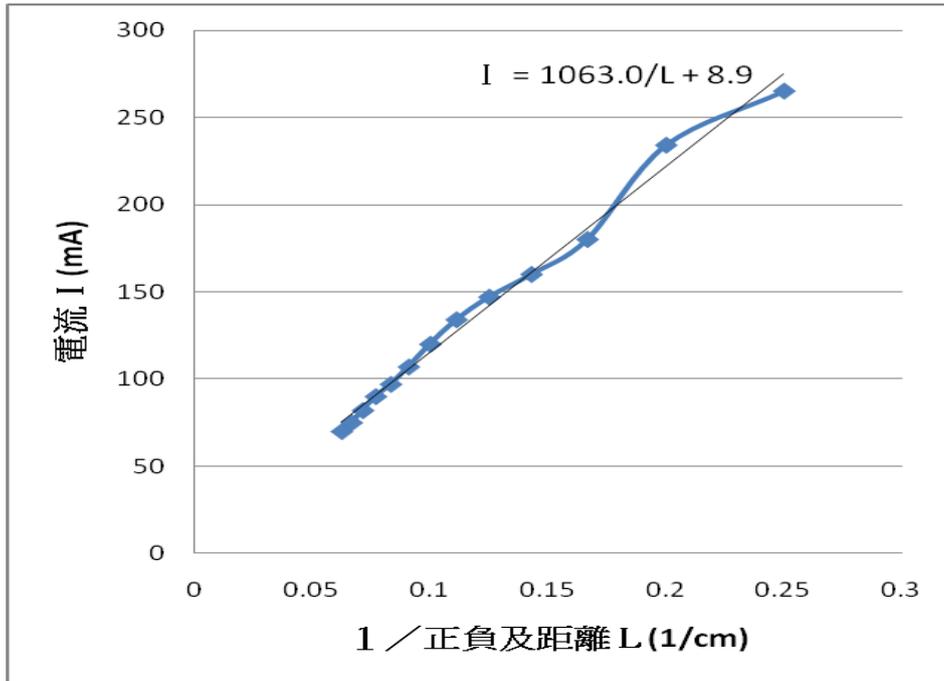
(一)、實驗資料

液柱 (條)長	濃度	輸入 電壓	初始 溫度	口徑 D	電極
18.00cm	20.0%	10.0V	16°C	12.0mm	珠針

正極距右 端點距離 (cm)	電極 距離 (cm)	負極距 左端點 距離(cm)	電流 (mA)
1.00	16.00	1.00	70.0
2.00	15.00	1.00	75.0
2.00	14.00	2.00	82.0
3.00	13.00	2.00	90.0
3.00	12.00	3.00	97.0
4.00	11.00	3.00	107.0
4.00	10.00	4.00	120.0
5.00	9.00	4.00	134.0
5.00	8.00	5.00	147.0
6.00	7.00	5.00	160.0
6.00	6.00	6.00	180.0
7.00	5.00	6.00	234.0
7.00	4.00	7.00	265.0



圖(5-5-2)電流與正負極距離關係圖



圖(5-5-3)電流與正負極距離倒數關係圖

(二)、實驗分析

1. 由上圖(5-5-2)可發現，當電極距離越近時，通電後所能流通的電流值也就越大。並由曲線趨勢線得關係式為

$$I = 1.9L^2 - 54.3L + 459.5 \text{---- (5-5-1)式}$$

2. 另由 (5-4-1) 式得

$$I = \frac{V}{R} = \frac{VA}{\rho L} \propto \frac{1}{L} \text{----- (5-5-2)式}$$

知金屬導體在固定電壓下，電流值與長度L成反比。

於是我們進一步繪製食鹽水導電液的 $I - \frac{1}{L}$ 關係圖，以判斷食鹽水導電液的導電性是否與金屬導體相同。所得結果如圖(5-5-3)，發現食鹽水導電液與金屬導體相若，電流 I 與長度 L 成反比。並得到其趨勢線的關係式為

$$I = \frac{1063.0}{L} + 8.9 \text{-----(5-5-3)式}$$

仿(5-5-2) 式，我們認為上式之常數項8.9應為誤差所致，故修正上式為

$$I = \frac{1063.0}{L} \text{-----(5-5-4)式}$$

3. 小結：

A. 所謂導電液柱的長度為兩正負極間的長度，與整個容器的長度無關。

B. 導電液與金屬導體一樣，在相同的外加電壓下，電流值與導電水溶液柱長度 (L)成反比。

綜合討論：

一、本實驗就探討導電液的導電性或電阻值是否適用，課本所提的歐姆定律延伸

式 $I = \frac{V}{R} = \frac{VA}{\rho L}$ 而量身設計的，是故利用吸管為容器填裝食鹽水(導電液) 以方便控制長度 L 及截面積 A 。

二、經實驗四實驗的結果與分析，食鹽水導電性如歐姆導體般的電流與導體截面積 A 成正比 $I = 10.4 A$ ($V=5.0 V$ 、 $M=25.0\%$ 、 $T=16.0^\circ C$ 、 $L=16.00cm$) 比較

$I = \frac{V}{R} = \frac{VA}{\rho L}$ ，我們大膽的將 $V=5.0 V$ 代入而修正上式為 $I = 2.08 V A$ ($M=25.0\%$ 、 $T=16.0^\circ C$ 、 $L=16.00cm$)。

三、又經由實驗五的分析知 $I \propto \frac{1}{L}$ ，將上式 $I = 2.08 V A$ 修正為

$$\begin{aligned} I \text{ (mA)} &= 2.08 * 16 \frac{V(V)A(\text{cm}^2)}{L(\text{cm})} \\ &= 33.3 \frac{V(V)A(\text{cm}^2)}{L(\text{cm})} \quad (M=25.0\%、T=16.0^\circ C) \text{ ----(5-5-5)式} \end{aligned}$$

四、仿以上二、三之討論，食鹽水導電性如歐姆導體般的電流與 L 成反比(實驗五得知) $I = \frac{1063.0}{L}$ ($V=10.0V$ 、 $M=20.0\%$ 、 $T=16.0^\circ C$ 、 $A=\pi 1.2^2 \text{cm}^2$)，比較

$$I = \frac{V}{R} = \frac{VA}{\rho L}，我們大膽的將 $V=10.0V$ 代入而修正上式為 $I = \frac{106.3V}{L}$$$

($M=20.0\%$ 、 $T=16.0^\circ C$ 、 $A=\pi 1.2^2 \text{cm}^2$)，而由實驗四知 I 與 A 成正比，而將 A 代入上式得

$$\begin{aligned} I &= \frac{106.3 * V}{L} = \frac{106.3 * A V}{\pi 1.2^2 * L} \\ &= 23.5 \frac{V(V)A(\text{cm}^2)}{L(\text{cm})} \quad (M=20.0\%、T=16.0^\circ C) \text{ ----(5-5-6)式} \end{aligned}$$

五、依實驗結果分析後，我們覺得導電液的導電性應與歐姆導體一樣，可滿足公

式 $I = \frac{VA}{\rho L}$ 。而式中 ρ 值應與導電液的物理性質相關，其中包括實驗中

所討論的溫度、濃度等因素。如

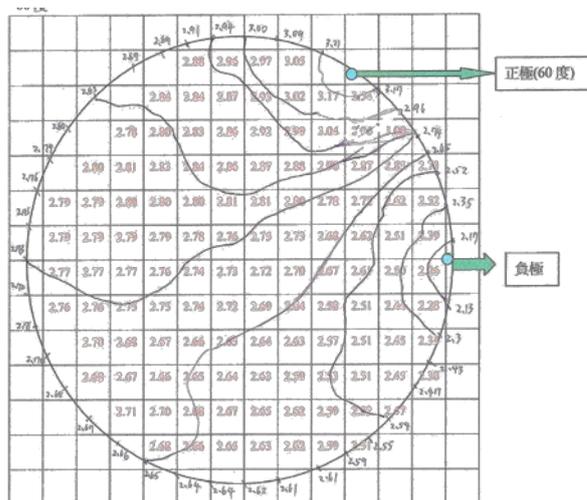
$I = 1.38 * M (\%) + 6.21$ ----(5-2-1)式 (適用於直條型吸管 ($D = 1.20cm$)、 $T=16.0^\circ C$)

$I = 0.57 T + \text{濃度因素值}$ ----(5-3-1)式(適用於U型管、 $T=16.0^\circ C$)

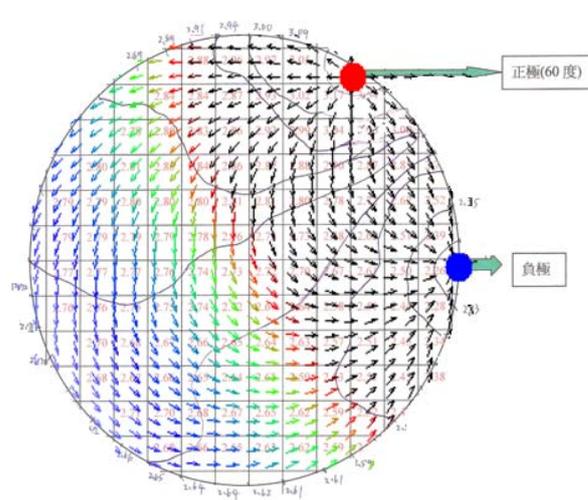
實驗六、探討圓形容器中食鹽水溶液各點的電壓與電流值，以了解離子移動軌跡

(一)、實驗資料

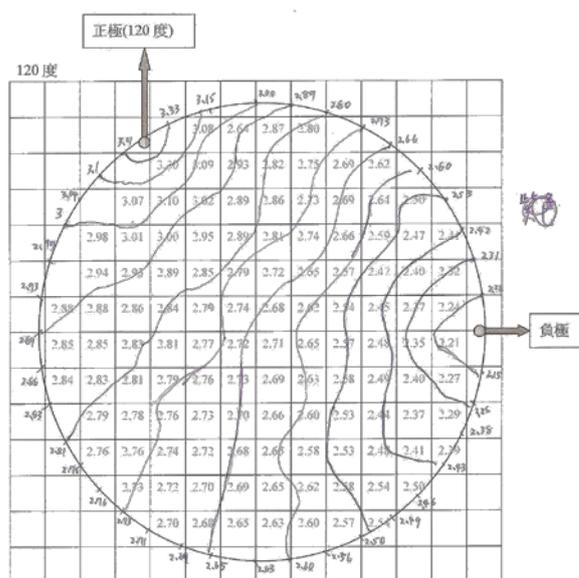
表(5-6-1)控制變因		
液柱	輸入電壓	電極
圓盤	5.0V	碳棒



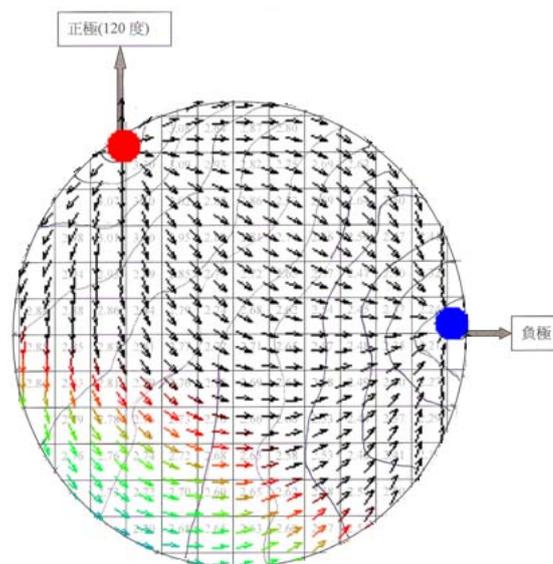
圖(5-6-1A) 正負極夾角為 60.0 度(等壓線)



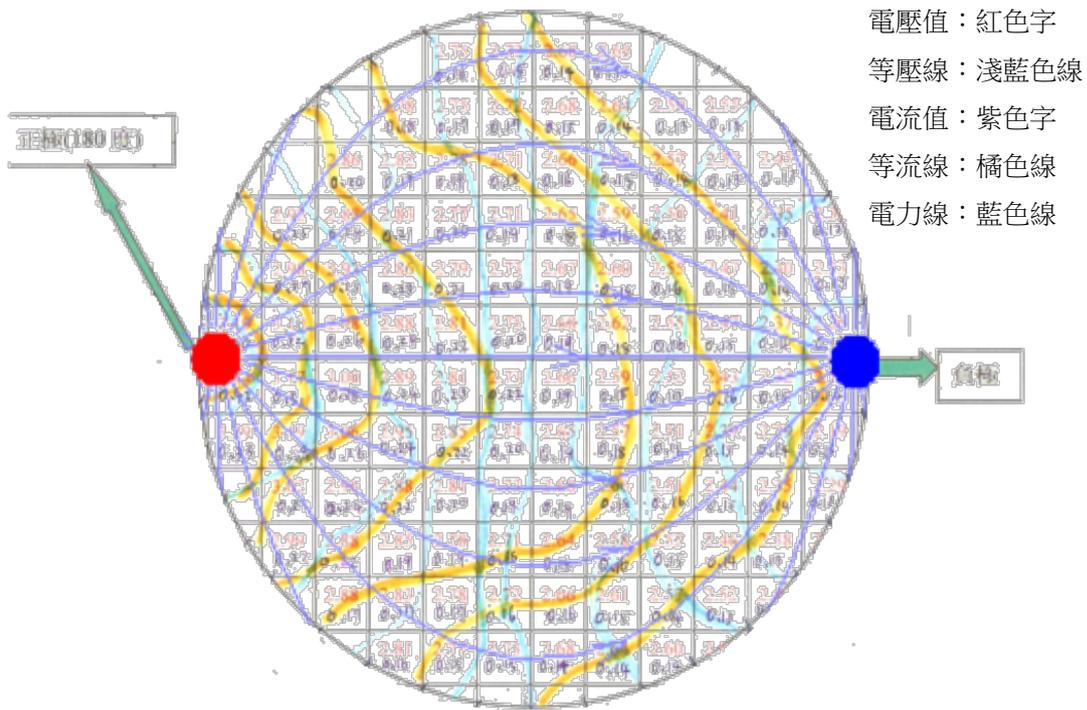
圖(5-6-1B) 正負極夾角為 60.0 度(離子移動軌跡模擬圖)



圖(5-6-2A) 正負極夾角為 120.0 度(等壓線)



圖(5-6-2B) 正負極夾角為 120.0 度(離子移動軌跡模擬圖)



圖(5-6-3) 正負極夾角為 180.0 度(等壓線、等流線、電力線)

(二)、實驗分析

1. 沿著圓盤周緣觀察各點的電壓值，繪製等壓線，如圖(5-6-1A)、圖(5-6-2A)、圖(5-6-3)。發現等壓線密度越稀疏區域，電壓的下降越慢；等壓線密度越高區域，電壓的下降越快。

2. 觀察圖(5-6-3)的等壓線(淺藍線)可輕易發現，等壓線有如以正、負極為兩圓心向外畫圓，而至離兩極等距時，等壓線幾乎為一直線而將圓盤分為左右兩半。

3. 利用課本所述的電力線(電荷受電力方向)與等電壓線垂直的概念，試著將食鹽水溶液中離子受外來電源驅策下的移動軌跡描繪出，如圖(5-6-1B)、圖(5-6-2B)。發現**等壓線密度越高，電力線密度亦越高**。

4. 我們原想直接利用電表測量各點與正極間的電流，進而描繪等流線來表是電力線，如圖(5-6-3)的橘色線，但此想法似乎有嚴重的迷思，因結果完全出乎意料之外，也使得我們的探討一度陷入膠著狀態，到底通電時導電離子的分布為何？又是如何流動的呢？

5. 小結：

A. 溶液中各點的電壓值，與容器形狀無關，只與兩極的相對位置有關。
 B. 等壓線密度越稀疏區域，電壓的下降越慢；等壓線密度越高區域，電壓的下降越快。

C. 直接測量溶液中各點與正極間的電流值，只與正極的直線距離有關。

陸、結論

- 一、當提供的電壓相同時，電極材質以碳棒時間較穩定。然而其導電性卻不如珠針與銅線。
- 二、如果水溶液的離子濃度越濃，那導電性就越好，通過的電流值就越高，關係式如 $I = 1.38 * M (\%) + 6.21$ (適用於直條型吸管 ($D = 1.20\text{cm}$)、 $T = 16.0^\circ\text{C}$)。
- 三、水溶液溫度越高，所通過的電流值越多，可能是與離子在溫度高的水溶液中，離子較活躍，因其導電性較好，如 $I = 0.57 T + \text{濃度因素值}$ (適用於U型管、 $T = 16.0^\circ\text{C}$)。
- 四、通電的導電液柱電流值和正負兩極間的長度成反比，與整個水溶液的長度、電極在水溶液中的絕對位置無關。
- 五、由實驗四至實驗五的食鹽水導電性如歐姆導體般，通電電流與導體截面積 A 成正比而與正負兩電極距離 L 成反比。
以濃度 $M = 20.0\%$ 、溫度 $T = 16.0^\circ\text{C}$ 為例

$$\begin{aligned} I (\text{mA}) &= \frac{106.3 * V}{L} = \frac{106.3 * A V}{\pi 1.2^2 * L} \\ &= 23.5 \frac{V(V) A(\text{cm}^2)}{L(\text{cm})} \end{aligned}$$

- 六、溶液中各點的電壓值，與容器形狀無關，只與正負兩極的相對位置有關。
- 七、直接測量溶液中各點與正極間的電流值，只與正極的直線距離有關。

柒、參考資料

- 姚珩、張嘉泓、師華強等 (2009)。高中基礎物理6-4節 電流的熱效應與磁效應。臺北市：翰林。
- 資優生科學百科 (2000)。閣林國際圖書。
- 涂漢欽 (1993)。工業分析暨實驗。臺北市：正文書局。
- 黃福坤 (2001)。兩點電荷的電力線與等位線java動畫。2010年5月25日，取自：<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/>

【評語】 040114

- 1.本作品探討食鹽水導電物理，設計各材質電極系統從事分析，將變因與應變結果探討及整現，乃符科學探討方法。
- 2.惟本實驗相關主題，已有諸多類同研究，建議應研閱、思考、是否能有進一步發展新發現。
- 3.另本作品可再系統探討電解質等電位關係圖。