

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高中組 地球科學科

第一名

最佳創意獎

040508

深藍電位-洋流的霍爾效應

學校名稱：國立臺南第一高級中學

作者：  高二 林家逸  高二 詹雨謙  高二 許哲偉  高二 黃紹朋	指導老師：  羅焜哲  陳文賢
---	-----------------------------

關鍵詞： 洋流、霍爾效應、地球磁地

## 作品名稱

深藍電位—洋流的霍爾效應

### 摘要

由於海洋中有許多帶電離子，這些帶電粒子會因洋流的流動而快速移動，而在地磁的作用下，同樣是帶電粒子在磁場中的流動，同樣是磁場方向垂直於運動方向，那麼，理論上也該有類似霍爾電位差的電位差。

實驗的結果要與理論的預測  $V=vBL$  大致相符（ $V$ =霍爾電壓、 $v$ =流速、 $B$ 為磁場、 $L$ 為量測間距）

## 壹、研究動機

電和磁是和諧的對稱現象，既然電能產生磁，磁必然也能生電

~ 法拉第(Michael Faraday) 1791~1867

物理課，老師與我們談到關於霍爾效應的概念。簡言之，帶電粒子在垂直於運動方向的磁場中運動時必會因受到一個被稱之為「羅倫茲力」的力而產生偏移，在半導體中會有載子累積在其兩端形成的電位差的現象，而這種現象便被稱之為「霍爾效應」。

地科課，老師提到有關洋流的形成，以及一些基本的知識，就在此時，內心隱隱浮現一個小小的猜想—這如果洋流也來個霍爾效應不是很酷嗎？由於海洋中有許多帶電離子，這些帶電粒子會因洋流的流動而快速移動，而在地磁的作用下，同樣是帶電粒子在磁場中的流動，同樣是磁場方向垂直於運動方向，那麼，理論上也該有類似霍爾電位差的電位差產生吧！

近年來，全球氣候變遷的問題甚囂塵上，南北極的冰山逐漸溶解，海水的平均溫度也逐漸降低，在近期的《自然》期刊中提到：「全球暖化將造成海底深層洋流的逆轉。」如果實驗發現洋流的流動確實會造成電位差，而這些洋流即將逆轉，那同時也代表這種電位差必然也會有逆轉的現象發生，而此現象不但會影響氣候，不然也會影響到某些靠著海洋電場定位的海底生物，我們認為這些將對全球的氣候變遷及海洋生物的活動有著深遠的影響。

因此我們著手設計些實驗，來探討深藍電位的大小及其與環境間的交互作用關係。

## 貳、研究目的

- 一、水或水溶液通過垂直磁場時是否產生電位差
- 二、不同水溶液對電壓的關係
- 三、水流的流速對電壓的關係
- 四、改變外加磁場的強度與電壓變化的關係
- 五、測量間距對電壓的關係
- 六、對現實中洋流模擬並推測其效應

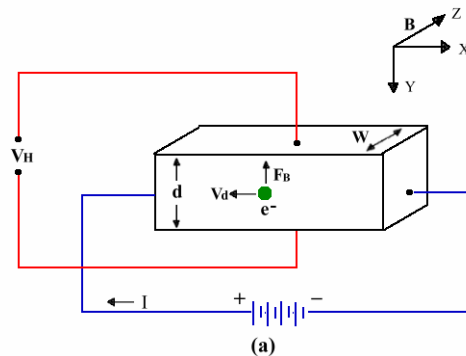
## 參、實驗原理 - 霍爾效應

我們知到帶電粒子通過電場或磁場中會受作用力影響而偏折，利用電子束偏折量及方向求得帶電粒子的荷質比及極性。在導體中，我們並不易直接觀察導體內傳導載子的運動，是故導體內傳導載子的極性與濃度便不易得知。在 1879 年，霍爾(Edwin H.Hall)利用於導體中導入電流，將導體置於外加磁場中量測其感應霍爾電壓(Hall Voltage)來判斷傳導載子的極性與濃度，稱為霍爾效應(Hall effect)。此方式廣泛的被利用於半導體中參雜載子性質與濃度的量測上。

寬度為  $d$  的導體載有  $+x$  方向的電流，若此導體中的傳導載子為電子，其漂移方向  $(-x)$  與與電流方向相反，假設漂移速率為  $V_d$ ；此時於導體上加入一  $+z$  方向磁場，傳導電子因受磁力作用向導體上方

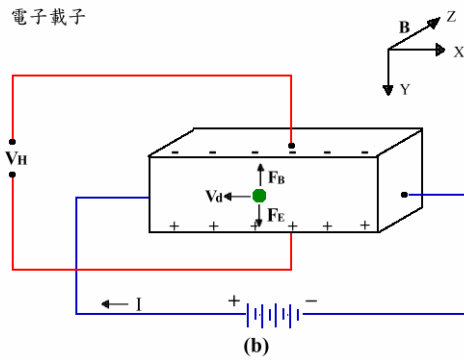
$$\vec{F}_B = q\vec{V}_d \times \vec{B} \quad (\text{eq.1})$$

電子將向導體上方堆積(如圖(a))



電子並不會無限的向上方堆積，因為在導體上方因電子的堆積產生較低的電位，進而生成一個  $-y$  方向的電場(如圖(b))，此電場隊傳導電子產生向導體下方的拉力

$$\vec{F}_E = e\vec{E} \quad (\text{eq.2})$$



$F_E$  當磁場( $F_B$ )與電場( $F_E$ )作用力平衡時，導體中的傳導電子不再向上堆積，感應的電場也不再增加，此時 $\hat{y}$ 方向不會有靜電流產生。

$$\vec{F}_E = \vec{F}_B \quad ; \quad e\vec{E} = e\vec{v}_d \times \vec{B} \quad (\text{eq.3})$$

$$E = vB \quad ; \quad V = EL = vBL$$

V 為霍爾電壓、 $v$  為載子飄移速率、B 為磁場、L 為測量點之間距

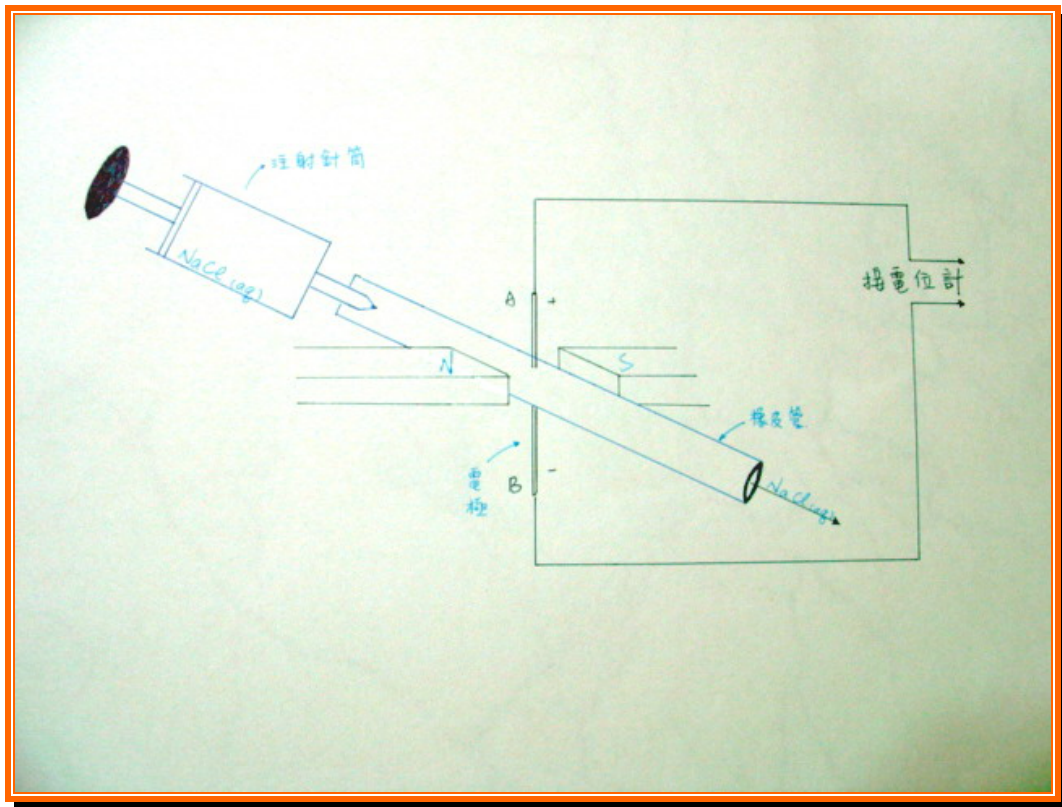
## 肆、實驗器材

- 一、塑膠軟管
- 二、鈷鐵硼強力磁鐵（660 高斯/顆）
- 三、三用電表（PICOTEST M3500A 6 1/2 digits）
- 四、食鹽水
- 五、硫酸銅水溶液
- 六、注射針筒 50ml
- 七、保麗龍
- 八、水管 3mm
- 九、抽水馬達 X2

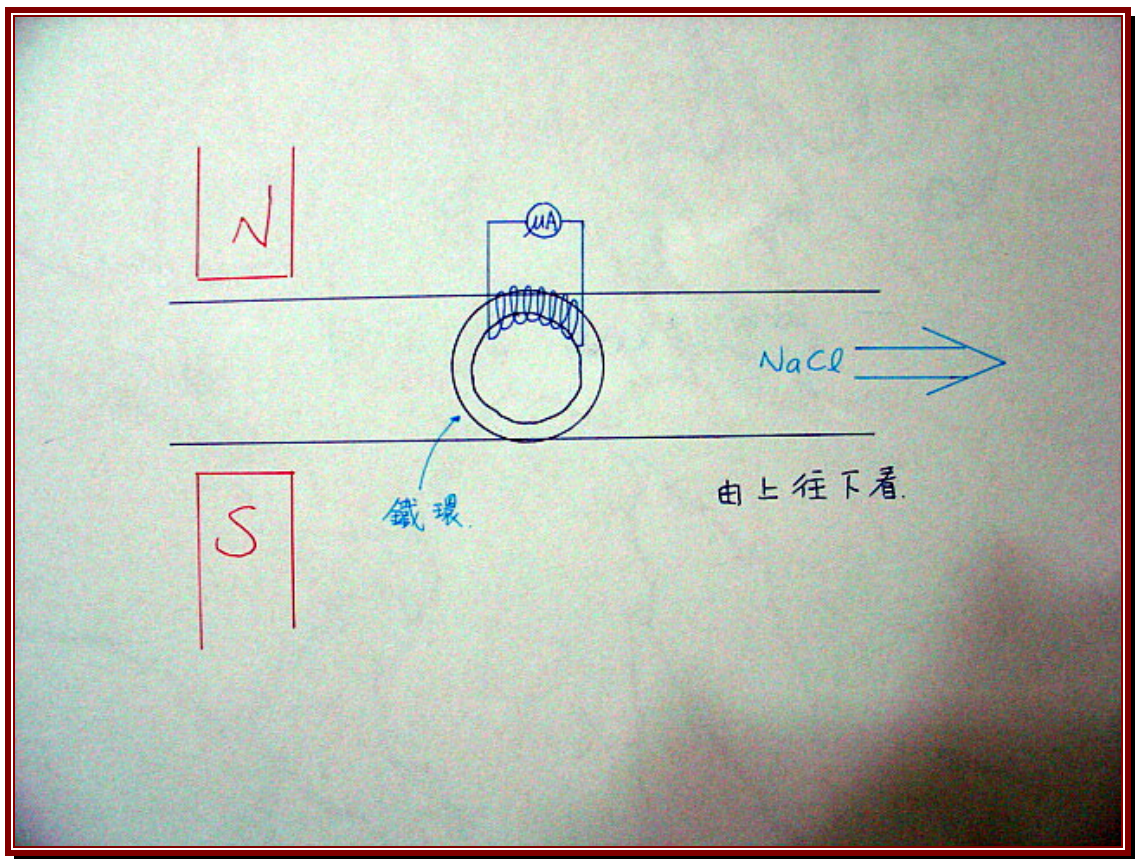
## 伍、研究過程與步驟

### 一、原始構想：

由於液體的電位差有別於固體，我們不確定單純使用伏特計皆在兩端是否能量得電位差，因此我們設計了三種測量其電位差或觀察其電位差大小的方法，其中又以圖 5-1 為最高順位，如使用圖 5-1 的裝置無法量得其電位差，則改用圖 5-2 的裝置，最後才使用圖 5-3 的裝置



(圖：利用三用電表量電位差)



(接地故障電路中斷器測量其電位大小)



我們必須要驗證的幾個東西有：流速對電壓的影響、電解質種類對電壓的影響、量測間距對電壓影響、磁場大小對電壓的影響。

## 二、基本量測方法：

- (一) 先利用保力龍版架設起來一個測量平台，使並在垂直水流方向加上磁場，先使用高斯計測量磁場強度。
- (二) 架設好探針及橡皮管，並量測兩根探針之間的距離。
- (三) 每次取 50ml 水溶液，以真筒注射通過橡皮管，量測點在橡皮管外。
- (四) 注射時測量時間，並記錄每次測到的電壓值。
- (五) 進行下一次實驗之前，先將探針上的遺留液體拭去，再進行下一個實驗。

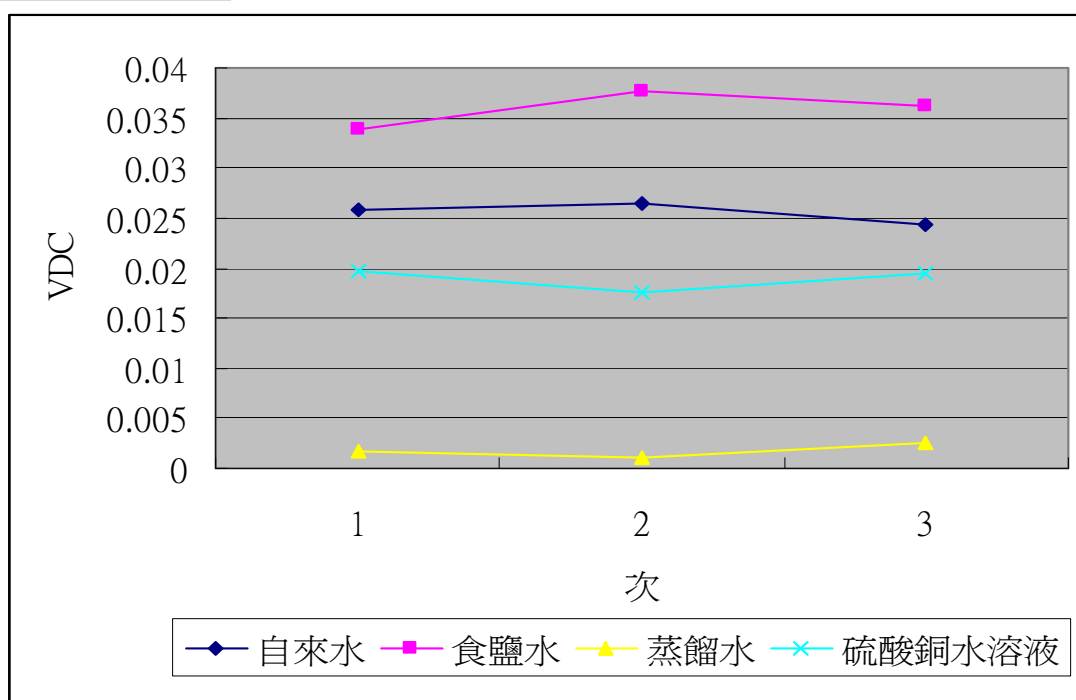
### 實驗一、水溶液種類 對電壓影響

我們一開始先取了四種水溶液做比較分別是蒸餾水、自來水、食鹽水(2M)、硫酸銅水溶液(0.4M)，時間取大約五秒鐘(可推算出速度來)，數據是從開始大幅度變動的那一刻開始算起。(單位：VDC，磁場大小上下各四塊鉕鐵硼(大約 1440 高斯) 測量間距 3mm)

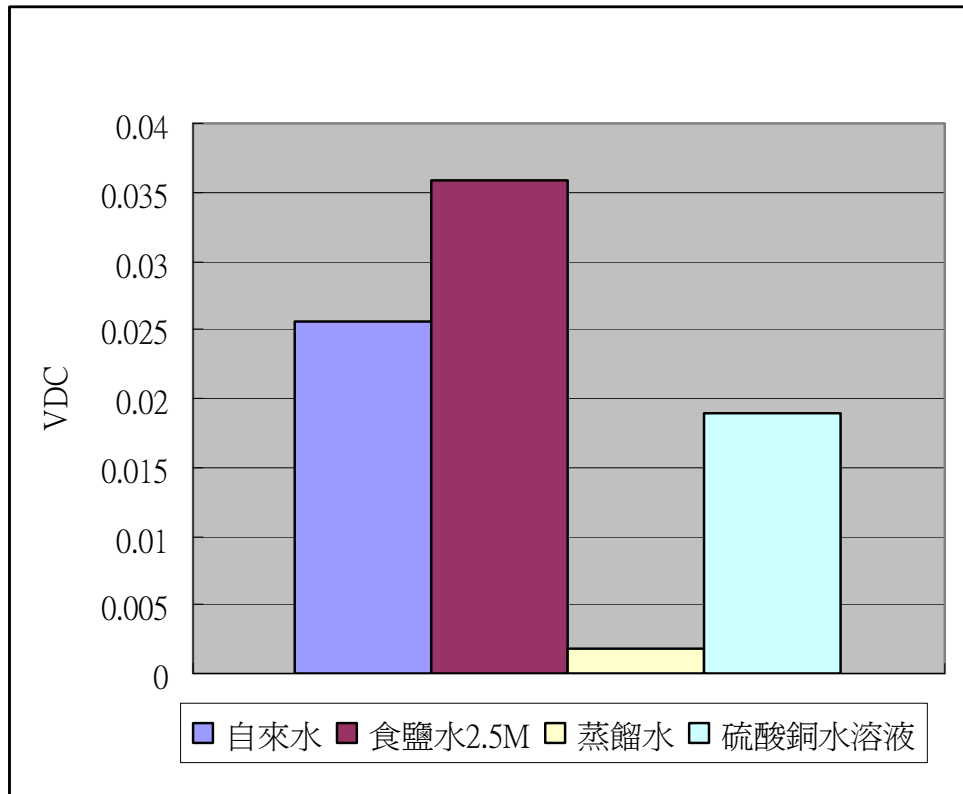
#### 實驗結果：

	自來水	食鹽水 (2.5M)	蒸餾水	硫酸銅(0.4M)
第一次平均	0.025842	0.033873	0.001765	0.019627
第二次平均	0.026457	0.037633	0.001119	0.017574
第三次平均	0.024253	0.036289	0.002598	0.019543
總平均	0.025517	0.035931	0.001827	0.018914

各溶液平均比較：



### 總平均比較：



根據實驗結果，不同的水溶液會影響量測到的電壓，食鹽水所得到的霍爾電壓最明顯，蒸餾水最少。

至於自來水跟硫酸銅水溶液的電壓有差距，我們推論是硫酸銅的分子比較重，分子與分子間的牽制力較大，產生的霍爾電壓便不明顯。

### 實驗二 流速 對電壓的影響

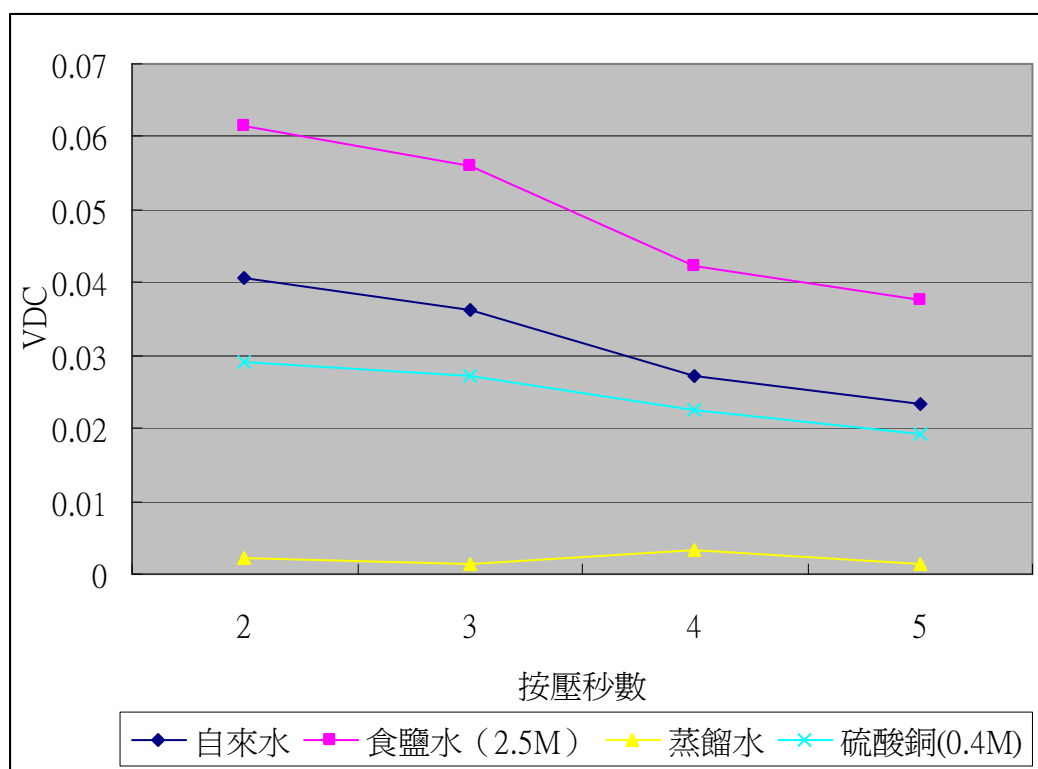
我們在實驗二中，一樣是取了四種水溶液做比較，自來水，食鹽水（2.5M），蒸餾水，硫酸銅(0.4M)。(單位：VDC，磁場大小上下各四塊鈷鐵硼（大約 1440 高斯），測量間距 3mm)

#### 實驗結果：

秒數	推算速度 (m/s)	自來水	食鹽水 (2.5M)	蒸餾水	硫酸銅(0.4M)
2sec	1.98943	0.040635	0.061490	0.002178	0.029144
3sec	1.32629	0.036343	0.055885	0.001337	0.027144
4sec	0.99471	0.027214	0.042349	0.003395	0.022448
5sec	0.79577	0.023416	0.037630	0.001366	0.019334

p.s.秒數與速度的關係是為  $v = \frac{3.97887}{t} (m/s)$  體積流率  $\frac{V}{t} = Av$

交叉比對：



由以上可以看得出速度對電壓的大小有所影響。圖可見除蒸餾水以外的水溶液中，流速越大，所測得的霍爾電壓越大，

在原先的測量中，秒數少時量測到的數據圖形常常是不太平穩、跳動十分的大，原因可能是因為用該針筒要在兩秒之內時間壓出 50ml 的溶液並不是一件簡單的事情，而且可以觀察到雖然水注射出非常的快速，但是出來的水流卻是散射狀，且其中含有不少的氣泡，比起其他的時間作出來的是一條較穩定的水柱，想要在短時間內送出 50ml 的水流要施加相當大的力，結果便導致輸送水流時沒辦法穩定控制力道，以及手部的顫動等等都會使橡皮管內的水柱形成亂流，進而影響到數據結果。

而蒸餾水的部分會有的時候會量到電壓，並非霍爾效應的緣故，而是探針上殘留其他溶液的分子造成的影響，導致實驗數據不合理。

### 實驗三、磁場 對電壓的影響

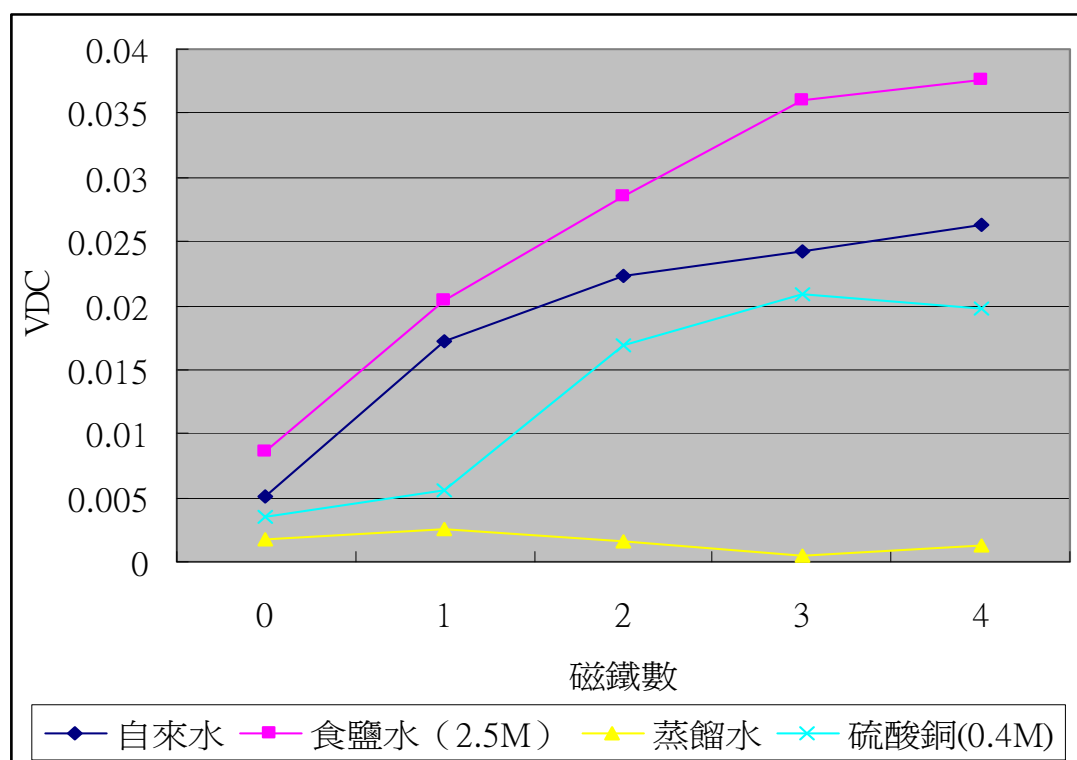
現在我們要改變磁鐵的數目來影響電壓，現在我們只取蒸餾水、自來水跟食鹽水(2.5M)做比較。(單位：VDC，時間取大約五秒，測量間距 3mm，鉤鐵硼磁鐵上下各一顆 660 高斯，兩顆 1040 高斯，三顆 1400 高斯，四顆 1400 高斯)

實驗結果：



磁鐵數目	自來水	食鹽水 (2.5M)	蒸餾水	硫酸銅 (0.4M)
沒有磁鐵	0.005120	0.008550	0.001730	0.003428
一顆 660 高斯	0.017153	0.020446	0.002512	0.005560
二顆 1040 高斯	0.022346	0.028579	0.001590	0.016966
三顆 1400 高斯	0.024217	0.035948	0.000556	0.020827
四顆 1400 高斯	0.026315	0.037630	0.001334	0.019836

比對圖形：



從結果可以發現，磁鐵多寡，也就是磁力的大小會影響電壓，磁力越大則電壓越大。

因為在磁鐵在三顆時就已經跟四顆磁力幾乎相等，所以電壓增加的趨勢減緩，量測時要注意不要讓電表距離磁場太近，可能會影響結果。

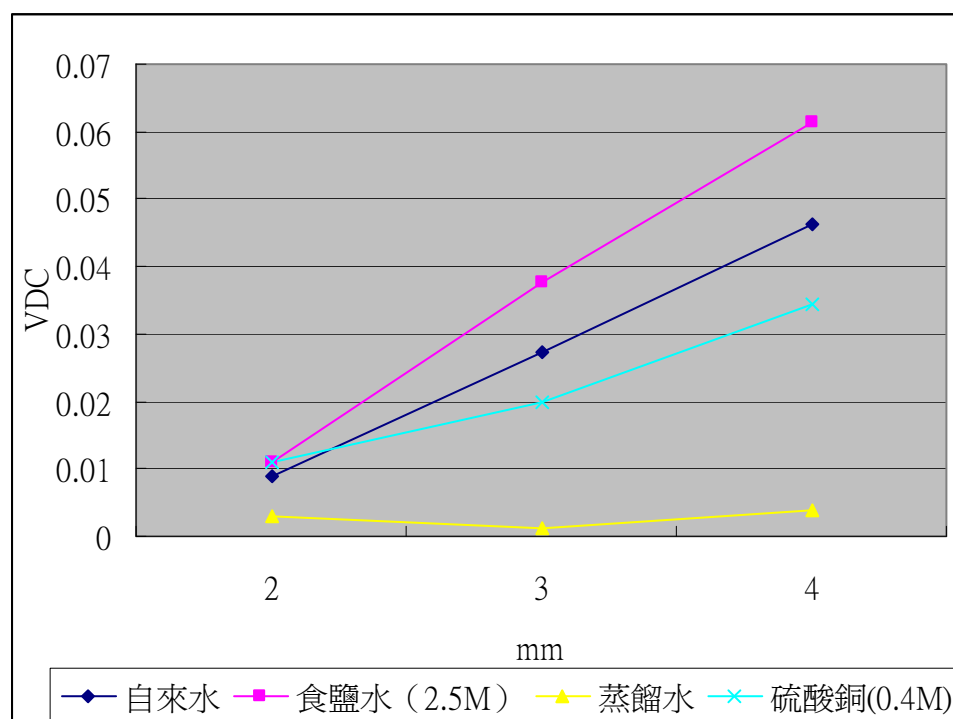
#### 實驗四、量測的距離 與電壓的關係

現在來看看量測點之間的距離跟電壓的關係到底是如何？根據理論推導，電壓理應要和測量距離成正比。(單位：VDC，時間取大約五秒，磁場大小上下各四塊鈷鐵硼)

### 實驗結果：

探針間距	自來水	食鹽水 (2.5M)	蒸餾水	硫酸銅(0.4M)
2mm	0.008822	0.010929	0.002822	0.010929
3mm	0.027334	0.037630	0.001334	0.019845
4mm	0.046389	0.061408	0.003773	0.034387

### 交叉比對圖形：

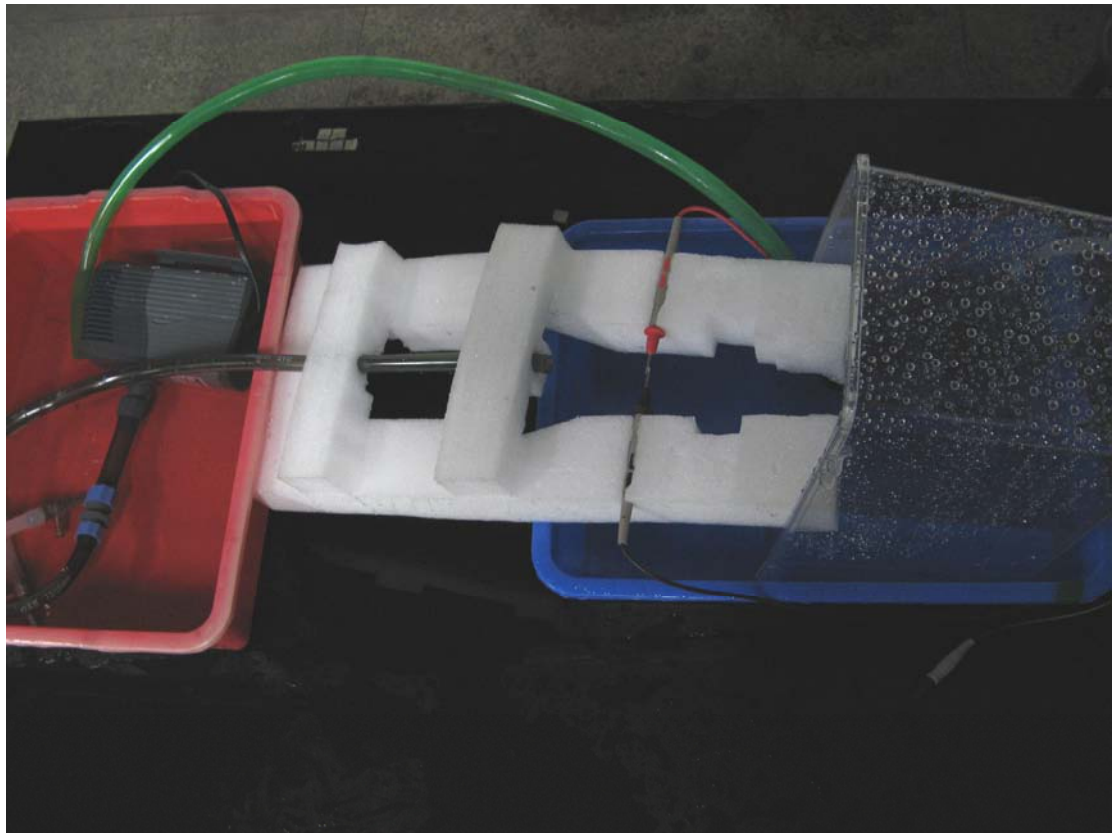
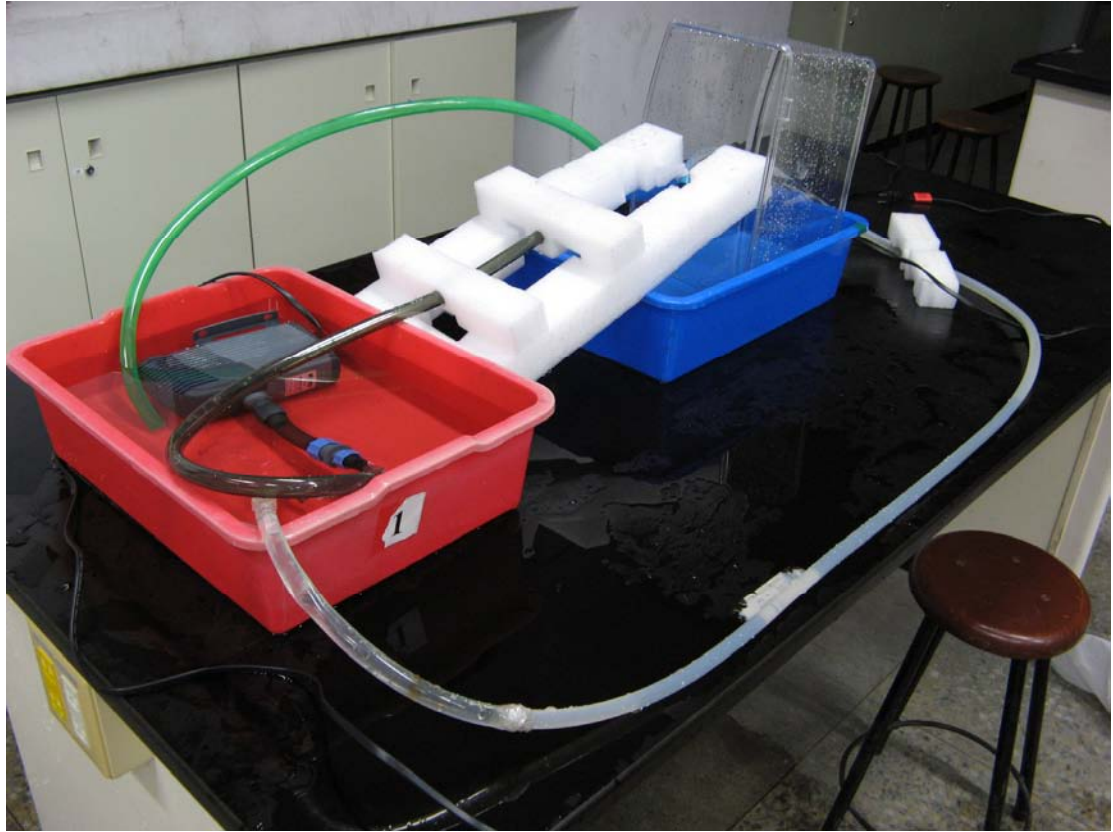


很明顯的，探針間距也會對電壓造成影響，間距越大，測到的電壓就越大，反之亦然，而最令我們頭痛的就是，因為只要一點點的距離就足以影響到我們的數據，影響還不小，所以常常會發生同樣的實驗測得的數據差異過大的情形，經常的校正耗費了相當多的時間，而強力的鉤鐵硼磁鐵常常會有「脫序」的行為，會自動上下黏在一起，導致整個儀器必須重調，而就在此時往往探針的距離有了小小的改變，卻造成接下來測到的數據有不一樣的結果。

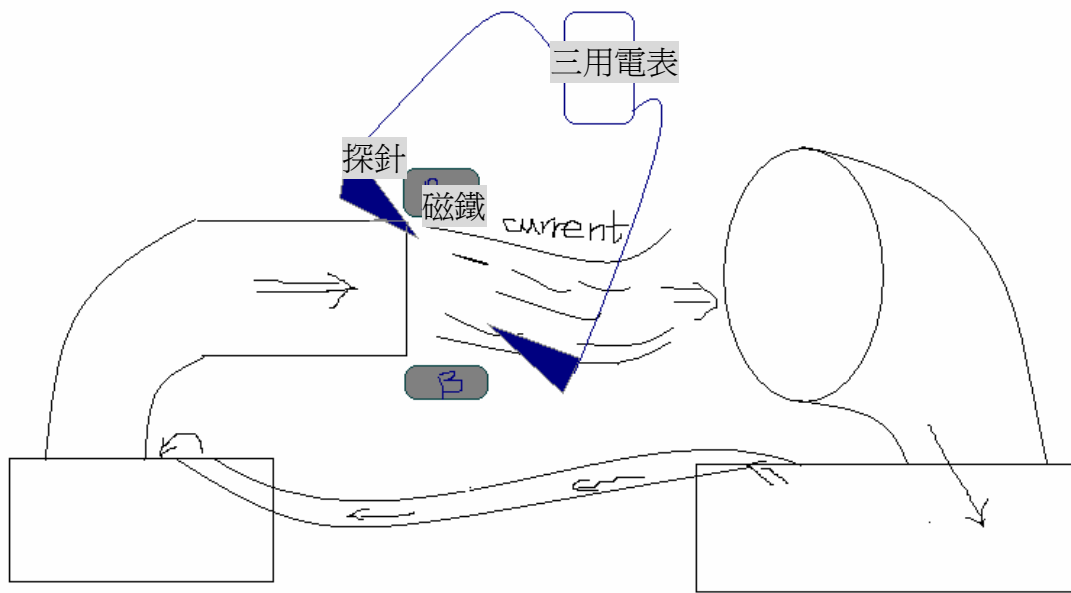
### 實驗五、大型穩定的水循環機的量測

這個實驗的目的在於，提供更加穩定且固定的水流來讓實驗比較接近理想狀況，較大且穩定的水流也可以讓測到的電壓值更大，更可信。理論上可以得到一較穩定的電壓。

同樣的，我們採取食鹽水溶液調配成近似海水濃度

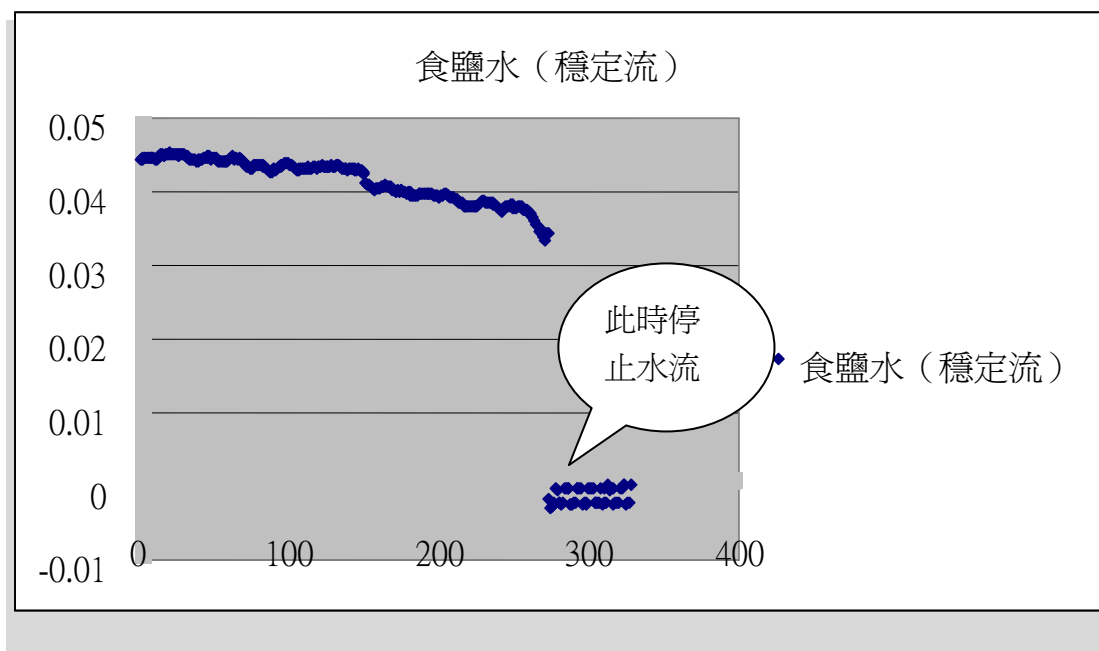


示意圖：



實驗結果：

穩定狀態下食鹽水圖形：



單位：VDC

用此方法測得的數據相當的穩定，有趣的是，測出來的數據與先前測得的食鹽水平均電壓值相去不遠，而且數值上比較不會有亂跳的情形，可信度較高。

## 陸 實驗討論

一、在「**水溶液種類 對電壓影響**」中，可以發現不同的水溶液所產生的電壓大小並不同，其原因跟水溶液中的離子數有關，而蒸餾水中的離子相當稀少，所以幾乎所有實驗的結果都是極小的電壓。至於以海水的狀態來說，我們猜測在相同條件下會比自來水的電壓稍大，比食鹽水濃度小，因為該食鹽水的濃度(約 14%)遠遠大於海水(約 35‰)。

二、在「**流速 對電壓的影響**」中，因為按壓時間的不同，也就是平均流速的高低會影響電壓，變動的幅度是差不多的，而洋流的流速與我們實驗中的流速差不多，一般洋流流速大約每秒 0.8~1.1m，因地形或深度不同而有差異。

三、在操作「**速度對電壓的影響**」實驗時，因流速較高時不容易控制力道，以及亂流的產生，便把所有實驗時間改成較慢的五秒鐘，而且為了控制好力道，便將針筒放壓在桌子上，較容易穩定且均勻施力，最後也要注意橡皮管的路徑不可以太過於曲折，所以後來的標準實驗都以較慢的速度測量。

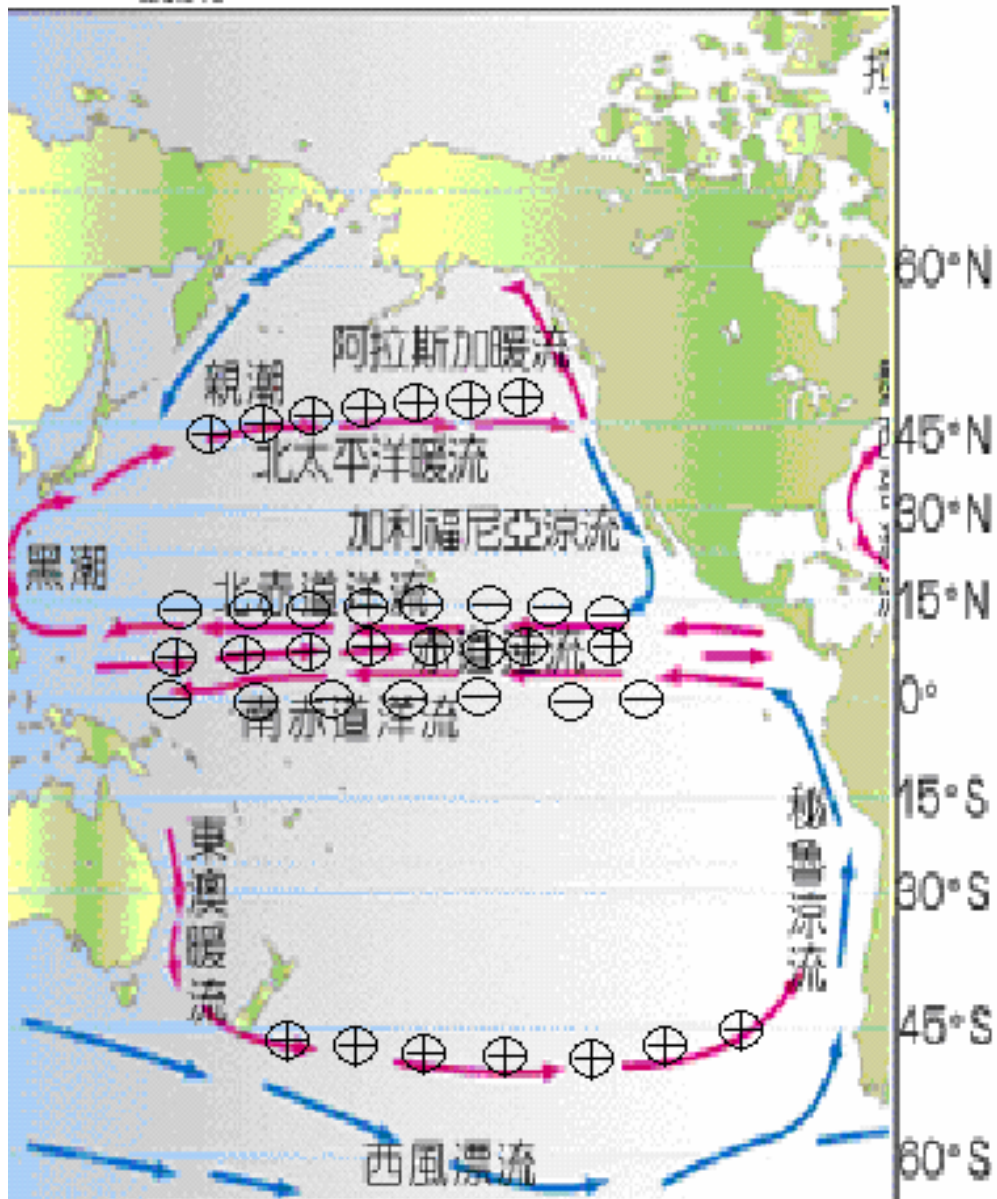
四、在「**磁場 對電壓的影響**」中，可以發現隨著磁場的增強，測量到的電壓直也跟著上升，。實驗中們採用磁力相當強的鈷鐵硼磁鐵，單單一顆就有 660 高斯，而地球磁場大約 0.35~0.5 高斯，由於我們的實驗尺度較小，所以利用較強大的磁場以免數據過小而不容易判斷。

五、在「**量測距離 對電壓的影響**」中，稍微變動了一下測量距離就可以得到巨大的變動，隨著距離的增加電壓也跟著增加，而在測量洋流值時，是以非常寬的距離來測量的，可以補地磁的不足而有餘。

六、由於整個海洋中有許多條洋流，而其中含有許多的離子，地球本身也就是大磁鐵，雖然強度不大，還是可以以廣大的測量距離、離子含量等彌補過來，在這樣天然的條件下，我們預期洋流的霍爾效應將使地球的電荷分佈不均，並影響氣候，例如北赤道洋流由南轉向西流，海面電位較低，而又向東的赤道逆流，海面電位偏高，洋流的電位差將是本實驗的線性放大結果，洋流由南北轉向東西方向大約一特定距離後將可得到可測量的霍爾電壓。

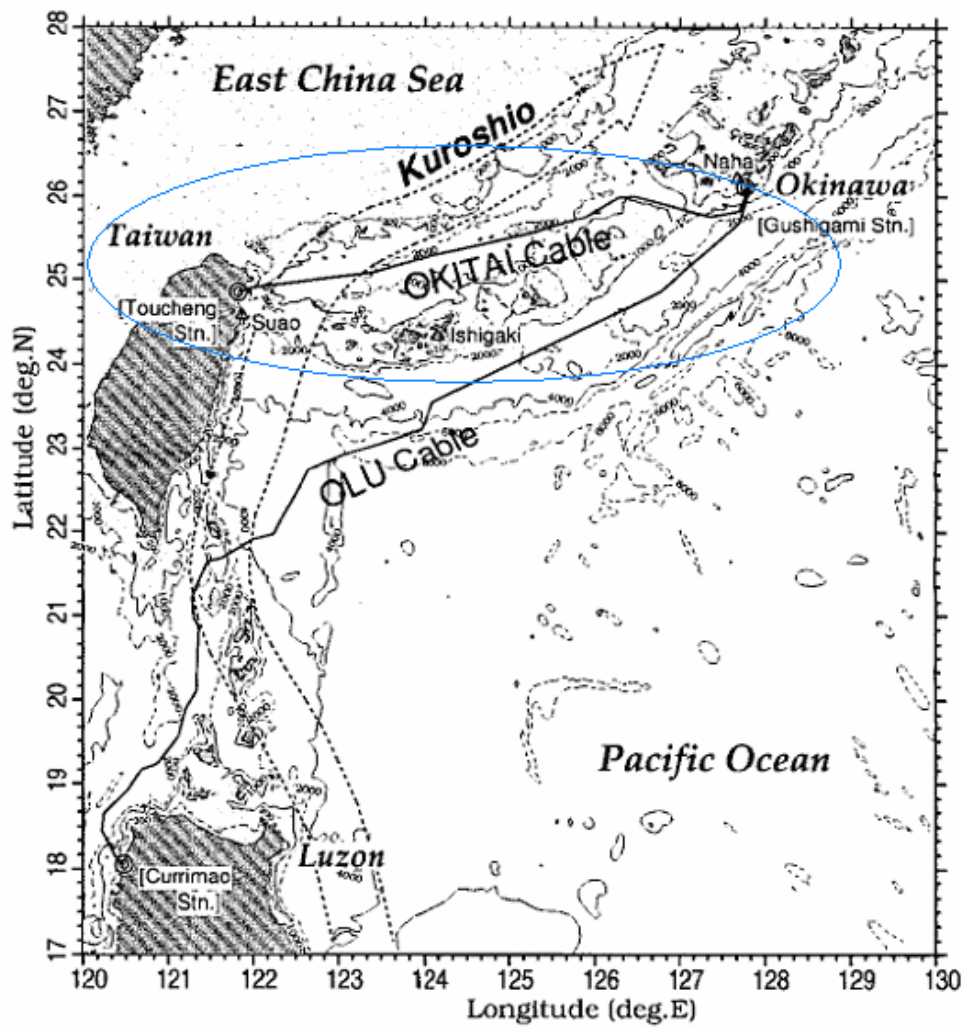


→ 寒流 ( 高涼流 )  
→ 暖流

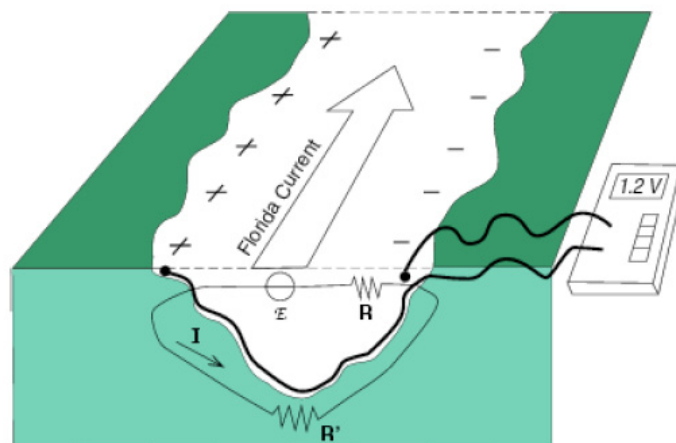


七、在用大型器材模擬洋流時，測得的數據是一個穩定的值，這使我們相信如果是利用電纜在洋流的上下做測量，也可以得到一個我們所預期的霍爾電壓。(Cable Voltage) 下圖為 OKITAI CABLE 兩側的電壓 (0.48V)。而佛羅里達洋流兩側的電壓為 1.2V，證實以電纜測量霍爾電壓的可行性。





以下是測量佛羅里達洋流兩側電壓的圖



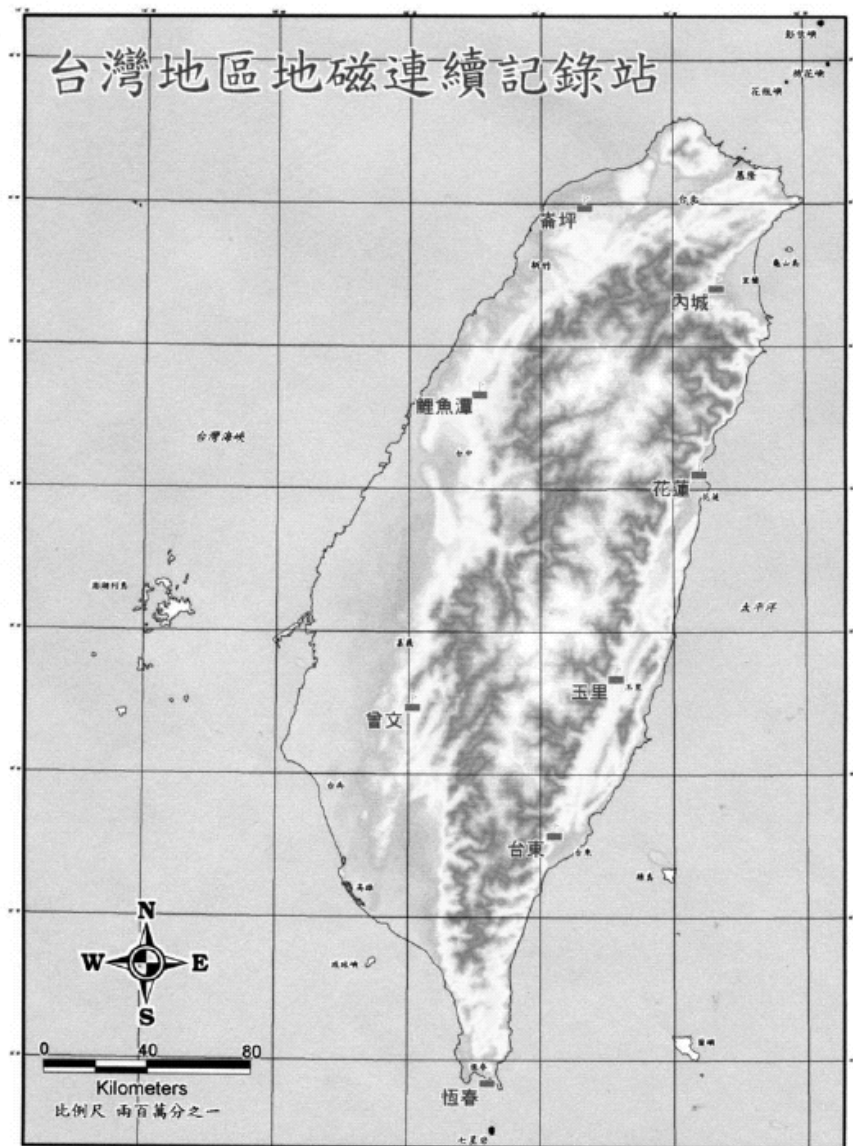
九、我們推論當霍爾效應形成之初，相當於等效電流向上，相當於電容充電，大氣層電容造成了閃電現象，而海洋電容的影響尚待評估。若假設有夠長的電纜，由海面垂下海床，則可得到電位差，由電位差的變化應可得到洋流的平均流速。

## 柒 實驗結論

- 一、水溶液的種類會影響霍爾電壓  $V$  的大小。
- 二、水溶液流速  $v$  較快，測到的霍爾電壓值  $V$  會較大，反之亦然。
- 三、磁場的大小  $B$  會影響電壓值  $V$ ，磁場愈大、電壓值愈高；反之亦然。
- 四、如果探針兩端量測的距離  $L$  愈遠，所得到的電壓值也會愈大。
- 五、實驗的結果與理論的預測  $V=vBL$  大致相符

## 捌、感想與展望

做到這裡，我們很意外的查到很多資料證明洋流流動時周圍也會有磁場產生！現在台灣有八個地磁觀測站，其中的恆春站的測量地點接近海岸附近，亦有洋流經過，而出現了資料變動較大、不穩定的情形。我們推測可以根據一個地方觀察到的磁場數據來推斷當地的洋流流動情況、流速，希望未來能根據這些資料想法來為漁業、海洋環境科學上等等海洋相關的項目做一些貢獻。



## 玖、致謝

感謝 國立成功大學近海水文中心主任 高家俊 教授 指導

## 拾、參考資料

- 1.馬宗佑 論文『探討霍爾電壓與沙漿抗壓強度之間的關係』94年6月20日
- 2.環境資訊中心：<http://e-info.org.tw/node/1761>
- 3.中興大學普通物理實驗講義
- 4.Serway & Jewett 普通物理 p.367 and p.377
- 5.中華民國42屆中小學科學展覽會『陰陽不平權』
- 6.旺宏科學獎第一屆『膠體沉澱效果的新式測量法』
- 7.台北市立中山女子高級中學九十學年度科展作品「離子發電廠」
8. Amanda Gray 24 Jan 2007 「The Florida Current-Measuring Transport & Variability」
- 9.吳西餘「利用地磁資料探討磁爆現象」國立中央大學地球物理研究所 90年6月

## 附錄

### 主要儀器



# 六位半數位萬用電表 **USB TMC**

快、穩、準、抗雜訊、USB傳輸



## 全新機種：M3500A

**解析度：六位半。**  
**三色雙排顯示：5X7 VFD點矩陣、三色、雙排顯示器。**  
**高速度：量測及傳輸速度皆可達每秒2000筆讀值(以四位半為基準)。**  
**人性化介面：內建USB傳輸介面，及GPIB (選購)。**  
**高精確度：(24小時量測誤差值%)。**  
**DC Voltage： 0.0015%。**  
**AC Voltage： 0.04%。**  
**高靈敏度：**  
**DC電壓：0.1 $\mu$ V。**  
**電阻：100 $\mu$  $\Omega$ 。**  
**AC量測範圍：3Hz~300 KHz。**  
**大容量記憶體：最高可儲存2000筆讀值。**

**全方位量測及運算功能：**  
11種量測及8種數學運算功能。

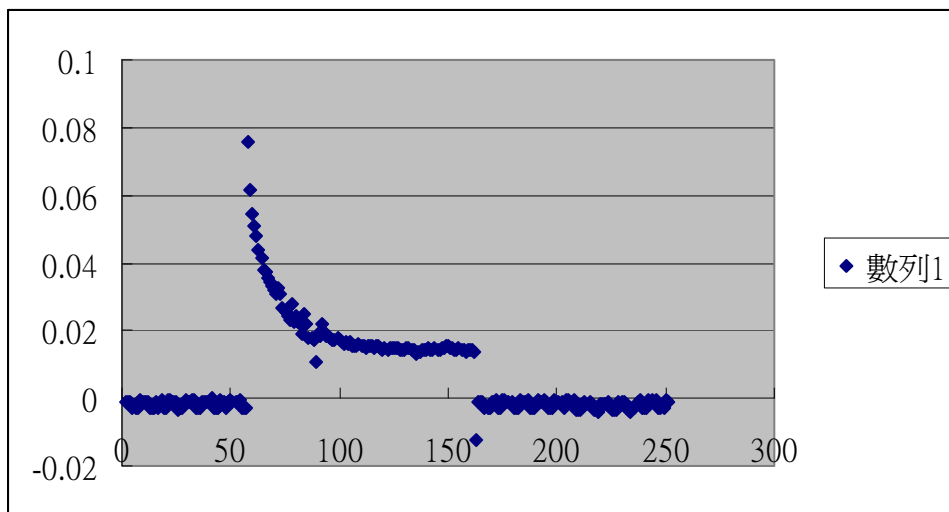
**溫度量測：**支援熱電偶 (Thermocouples)及RTDs兩種溫度量測。

**多種免費應用軟體：**應用軟體可支援MatLab<sup>®</sup>及LabView<sup>®</sup>讓使用者可以從PC端控制量測。另外有PT-Link可取得量測數值並直接輸入Excel或Word<sup>®</sup>作分析、運算。而PT-Tool更可獨立運作無須搭配Excel或Word<sup>®</sup>。

**支援USB TMC：**  
USB TMC是USB Test & Measurement Class的簡稱。只要含有USB介面的儀器符合USB TMC，在不受任何平台和環境的限制下，即可透過VISA驅動儀器，並與PC進行通訊。



以本儀器所量測到的數據圖形之一

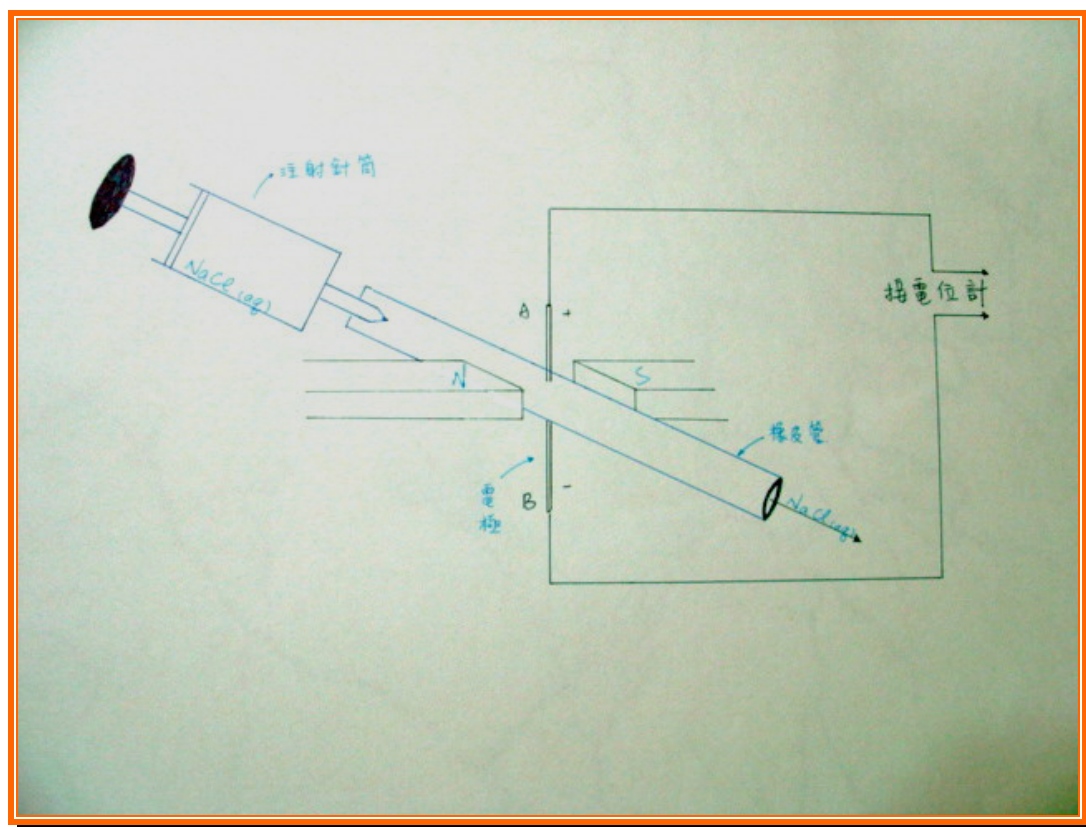


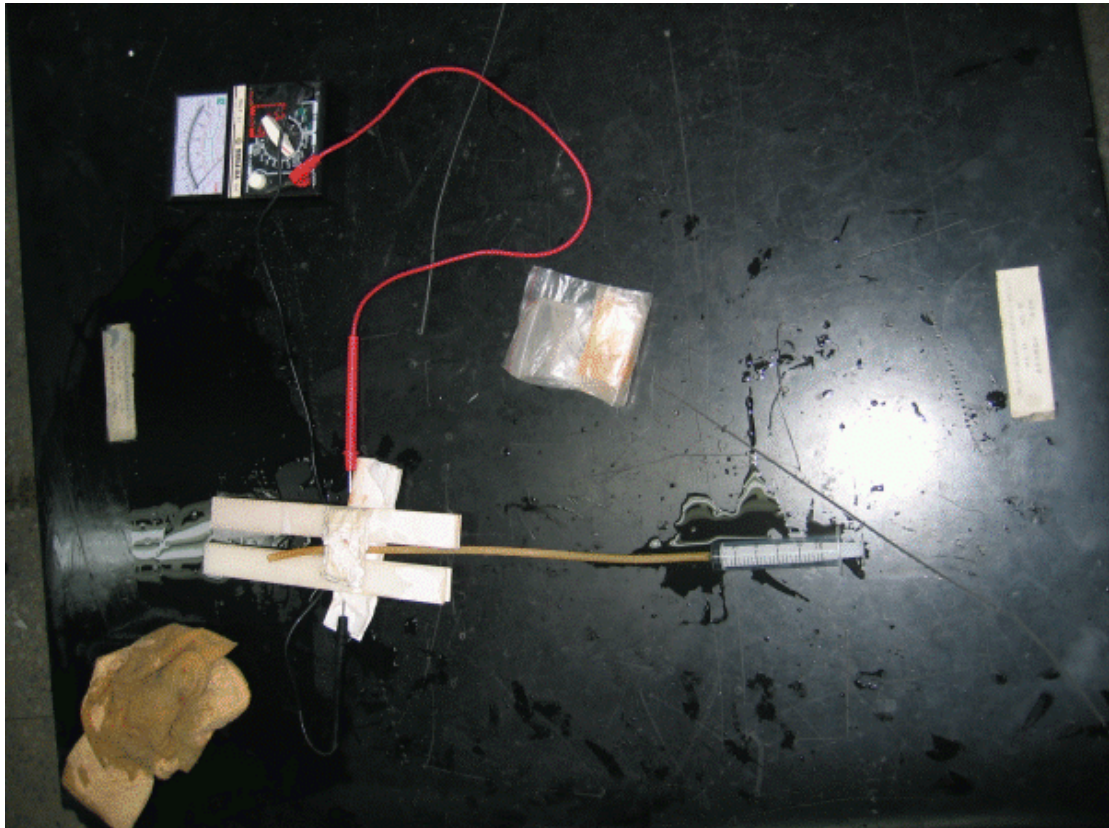
(自來水、上下個八顆鉤鐵硼磁鐵、按壓五秒、測量間距 3mm)

### 日誌

實驗日誌 9/7

這次實驗是延續之前的構想，用一些較為簡陋的儀器大概做出個模型，畢竟是一個開始，一切都還未經包裝，由以下的圖片慢慢解說。





由於液體的電位差有別於固體，我們不確定單純使用伏特計皆在兩端是否能量得電位差，因此我們設計了三種測量其電位差或觀察其電位差大小的方法，其中又以此為最高順位，原先是設定如果使用的裝置無法量得其電位差，則改用其它的裝置。

稍微說明一下，在右方的針筒先加入食鹽水，接上橡皮管，通過為在白色架子上的磁鐵，並在橡皮管的兩側接上量測器，當水柱從針筒射出，經過橡皮管道達磁鐵時，根據推想會有電流的產生，並被量測到。

而照現在的結果來看，雖然當食鹽水容易通過時沒辦法相當明顯的看出來指針有偏移，但是似乎多少有一些移動。看來得等到下週更為精確的三用電表的來臨。

過程上剛開始量了很久都沒有反應，檢查了一遍發現三用電表的街頭根本就接錯了，在第二次做後又發現該量測點距離磁鐵過遠，將他拉近後再度測量，仍然沒有反應，原來是量測的儀器沒有插進橡皮管中。一切重新整理並且將食鹽水的濃度在更加提高，做了幾次的實驗後，隱約可以發現指針有偏轉，這使我們相當的興奮，這是一個好的開始，如果我們得到的結果是沒有，那可能就得重新更改儀器了。



而之後假使有更好的儀器量測出了確切的結果，我們將會著手進行另一個實驗。大概是這樣的：

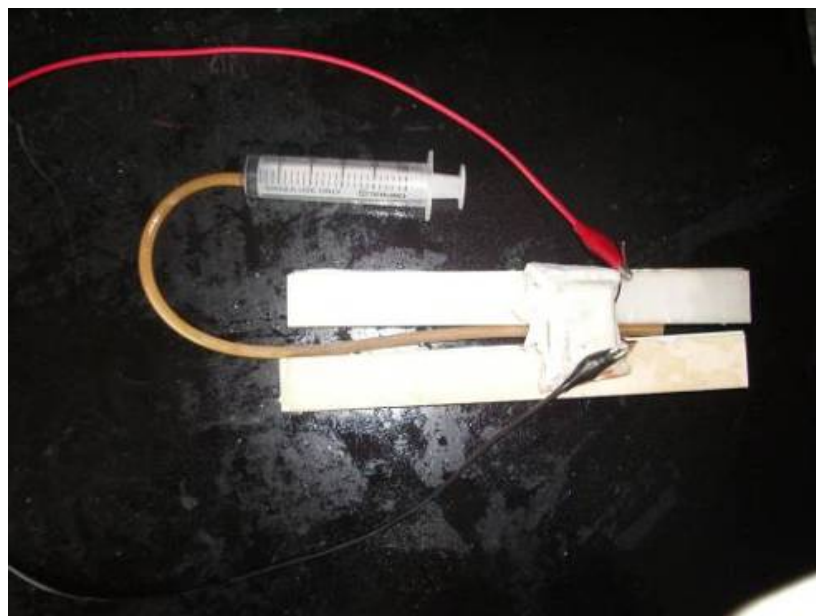
「我們準備一個大型水族箱，並且將真正的模擬出洋流並且量測。在水箱兩邊各通有一支水管，並在水中創造出一條水流，加入實際上洋流的數據並且量測。」而實際的情況還有待實驗器材的充足於否以及可行性高不高來定奪。

跟雨謙討論後的結果是，我們之後會一起繪製第二個實驗的構想圖，之後再補上，精確的三用電表可以助我們一臂之力。

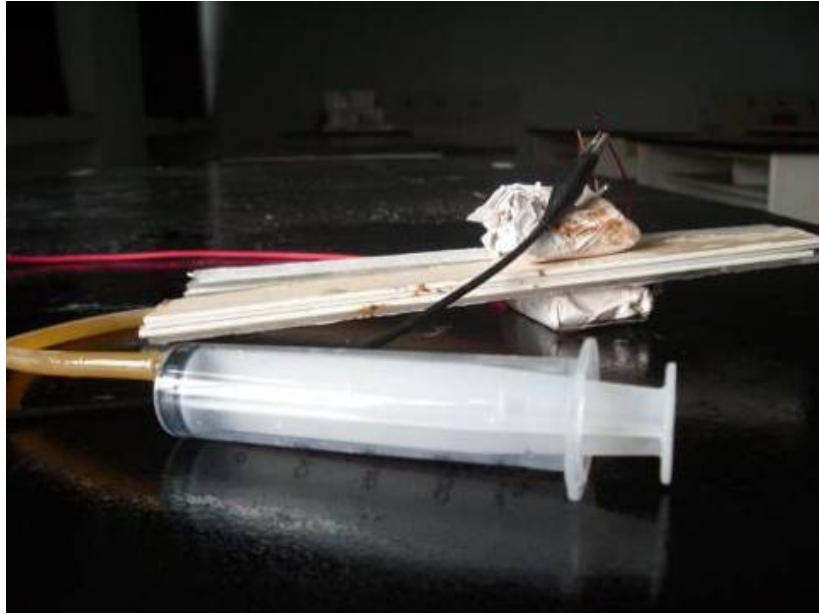
9/14、9/17 日誌

這兩天一起找尋洋流的資料，尋找了很久，因為必須找到與赤道平行的洋流，資料上少之又少，得往英文資料方面去探詢了，今天也請了中女中科研社的同學幫幫忙，這真是一件令人相當高興的事。

這之前，我先將 9/17 的實驗改良品放上來。



由上往下的視角，這其中我們將原本的橡皮管插上了漆包線（雖然沒有刮得很乾淨），在這部分我們嘗試將量測點放置在磁鐵的正中央，而至於三用電表則使用更為精準的數為電表，可是仍然有一些誤差，但是幾乎可以確定的，是在我們將食鹽水以高速輸入橡皮管時，都有反應，只是大小上的差別。



### 九月二十一號實驗日誌

今天六位半的三用電表到了，經過測試了結果是相當精準的，苦於操作上的不熟練，我們花了相當多的實踐在熟悉使用上，像是如何歸零，後來發現只要將兩根電極互相接觸就會自動歸零，後來也漸漸發覺它的功能之強大。

而我們又再一次的改良了實驗儀器，首先因為，這台三用電表的靈敏度真的很高，按照原本的實驗器材的話，實驗上的數據差異會非常大，所以我們將原本的支撐磁鐵的木板改為保力龍，兩根電極便可以直接固定在保力龍板上，原本的磁鐵放置的位置也有了固定。一切看起來都很好。

但是在真正實驗的過程中，漸漸發現了一些奇怪的現象，像是只要將食鹽水注入橡皮管之後，電壓的確會有明顯變化，但是上升後卻不會下降，猜測是因為原本的食鹽水殘留於橡皮管中，之後每次實驗都會先使用自來水注入橡皮管當作清洗，再將橡皮管中的水抽光才會繼續。

但是問題來了，到底我們測得的電壓變化是由於真的會有霍爾效應產生，抑或只是由於食鹽水的電壓？我們將電極放入食鹽水中測量，發現電壓與我們注入橡皮管後量測到的電壓相去不遠，這使我們有點失望，不過，由於一些因素仍可以再改良，我們認為實驗還是可以進行下去的。

磁鐵的部分，雖然地球的磁場作用在地表並不大，但是由於洋流是相當大的流動水流，其中的陰陽離子其數量之多，效果應該也不小。目前的橡皮管本身的流量因為相當小，而且流速並不是那麼高，而且在原本的計畫中應該是一條循環的水流而非一條水柱，這些方面都可以在改進。假設我們有更強大更廣的場磁鐵，我們相信會有更好的結果出現。

## 實驗日誌九月二十八

這一次在操作方面又有了改變。先前的裝置是測量的點是在於橡皮管內，但這就是先前的問題點：每次將溶液注入橡皮管後測量到的電壓都無法回復到原值，猜測是因為橡皮管的口徑不大，溶液仍殘留在橡皮管中，仍能可以測出電壓。但是詭異的事情，就是我們也可以在溶液中側到電壓，這實在相當的不合理。

重點，可能又是我們真的沒有把三用電表弄得很懂，麻煩了，我們一星期也才四節課，所以得利用課餘的時間來好好研究。

不過在另一方面，我們改變了測量的方法，也就是我們又將測量點遷移到橡皮管的出口，值得高興的，是數值在測量之後會回到原值，也呈現一個比較穩定的狀態。

基本上現階段我們採用的磁鐵以距離來講，磁場強度一定比地磁強上許多，但是由於我們受限於流速以及流量的影響，僅能用小小的水流來實驗，那跟巨大的洋流中富含的離子根本不能比，效應的強度到底如何也是未可知。

後來我們嘗試的將三用電表接上電腦，但是可怕的事情就發生了，說科技來自於人性，這些該死的電子儀器真讓我們折騰了一整個下午，還得自行下載驅動程式，後還也趁這段時間看了一下說明書，覺得如果真的好利用這台儀器，其強大的功能幾乎可以包辦所有的測量，但受限於淺薄的學識，有些專有的名詞卻不甚了解，但盡量吧，挑幾頁我覺得可以用到的來用。

P45 以後是相當有用的地方，我覺得比較有可能用到的功能，有：數位濾波器（其實我不知道那是啥，好像是可以平均數據的功能）

4.2 觸發操作，我下意識覺得這是一個好用的功能

4.3.1 Max /min

4.3.2 空值計算，我覺得這可以解決我們在量測清水時仍有電壓存在的一個方法

## 十月五號實驗日誌

這個禮拜真的是有一事無成的感覺唉，一個是遇到期中考，一個是--我們遇到了問題。

開始構思數據要用何種方法來取得？決定利用三用電表連接到電腦上，再來測量。之前量到的數據並沒有統一，可能因為當天的氣溫、配置的食鹽水濃度、甚至是量測儀器距離的長短都有關係。希望皆下來這一次可以真正的測量到數據，如果可以，我們就可以開始著手其它的實驗了。

想法是這樣的：先記錄下食鹽水的濃度，原則上會配製到飽和，皆下來是磁鐵的磁力，如果過一段時間場磁鐵能夠到來，那這個問題就更好解決勒。再來還有流速，等到以後設計出了能夠使溶液循環的系統就更好了，考慮到現階段是用針筒注射，所以能夠以比較快的速度江水注射出，但如果未來真的是在水箱中立用抽水馬達來將水流注入，流速又要達到我們目前的標準，真的不簡單，但應該還是可行的。目前我們想以現階段的儀器，去測試不同的電解質的影響，雖然經

驗上來講其中的數據變化真的很微小，而且處在相當不穩定的狀態，這些都是我們需要去克服的。還有，三用電表讀取的數值，有一部份是不精準的、不必要採用的，花了好大一筆時間，今天終於把這台該死的機器給搞熟了，我們瞎耗了半天原來之前的電表本身不被電腦讀取，想說換換另外一台，沒想到居然就好了（怒），唉所以摟，這就是命阿。



這是現階段的設計，測量點從橡皮管內到橡皮管外面。

實驗日誌十月十九

鑑於距離國際科展時間所剩無幾，趕緊加工的心情，這禮拜作了不少的修改。除了將整個實驗器材再次改製，自動接水的系統更完善了，整個看起來居然像堡壘，除了可以循環水的裝置外，除了可以循環水的裝置外，剩下的都很完備了。

今天下午也老師也拿進還一塊據說非常強的場磁鐵，不曉得是我們不會用還是怎樣，真的用起來居然沒我們原本的磁鐵一半強，我想也許是我接錯電源供應器的地方了，我想也許是我接錯電源供應器的地方了，也忘記接可變電阻了，但是感覺就沒有給我很驚喜的FU，而且重點是只有一個電磁鐵不夠，至少也要上下兩個，但是感覺就沒有給我很驚喜的FU，而且重點是只有一個電磁鐵不夠，至少也要上下兩個，但無所謂，今天幫原本的磁鐵換了新衣服，感覺好多了，也比較不會因為濕氣而生鏽，但還是覺得磁力不夠強。

不過還是先生了一些數據出來，雖然感覺上不太對勁，像是我們一開始在測

的時候，原本只家一塊磁鐵在底部時電壓的大小居然跟有兩塊磁鐵上下並排時差很多！猜測可能是因為影響到電極棒的關係，但還是努力去忽略不計，而且在測量過程中也發生了之前有過的情形，就是測量到的數據後降不下來，但時有時無。但時有時無。感覺是可以避免掉這種情況的，尚在改進中，會把測量點完全的移離開實驗堡壘，防止殘留的溶液留在器材上而影響數值。還有關於水柱的速度及量的大小，以目前的情況應該還沒有太大的問題，因為磁場不夠太多的水通過。

令人驚訝的是，自來水在實驗過程中居然也有數據，這個可以好好研究。而數據不一樣的部分，推測是因為每次擠壓水柱的速度不同造成的，以及測量到的水柱的完整性。

第一次 溶液：實驗室的自來水 單位： VDC		第二次 溶液：實驗室的自來水 單位： VDC	
測量前	注射中	測量前	注射中
0.0127	0.0153	0.0195	0.0271
0.0000	0.0037 開空值	“	0.0274
0.0000	0.0035 開空值	“	0.0234
0.0037	0.0036 開空值	“	0.0228
0.0095	0.0140	“	0.0244
0.0158	0.0195	“	0.0319
0.0143	0.0186	\	\

第一次實驗每次都有測量在注射前的數據。而第二次則是依照老師說就一直坐下去。偶爾會跑出一些詭異的數據，但是還挺有一定的範圍的，取樣模式為 SINGLE，意指取某瞬間一百個數值的平均。

實驗日誌十月二六

誠如老師說的，如果照現在的進度及實驗上的困難度，我們的科展要有所突破實在很難，所以決定依照老師說的方向再進行改造。

就現階段來說以目前的實驗器材，可以初步量出一些數據，但是基本上需要經過電腦的過濾，由於三用電表再測量這次的實驗因為某些因素導致有些誤差，可以在電腦上作數據的分析來篩選數值。目前的方向，是將目前這個裝置測量電解質，像是硫酸銅水溶液以及食鹽水等，在跟純水做初步比較，除果要真的去證明霍爾效應的存在的話，可能磁場需要更強，手邊有的磁鐵的強度癩沒辦法幫助我們達到理想，不過我認為科展就是這樣，要用手邊較易得手的實驗器材來完成實驗，評論及分析。那能的話我們也可以找出一台製造渦流的機器，使水在一固定容器中流動旋轉，並在周圍加裝磁場，這樣就類似水的循環了，但問題就是我們沒有可以讓中心輻射出去的磁鐵，能夠用的就是鈷鐵硼磁鐵爾而已，可是這樣一來就有另外的問題了。



去查了有關於「磁化水」的資料，也大概看了一下，感覺上如果按照這樣來推斷，地球上的水多少一定會受到地磁的影響，皆下來就是大膽的推論吧。

現在的問題就是如何上水做流動循環，電解質總不可能每次都用新的，還是去嘗試找找看抽水馬達。

實驗日誌十一月二

現在由於國際科展要努力趕出成果，但是這禮拜卻也因為實驗競賽而中斷，麻煩阿，但是還是得做。

延續之前的成果，現在測量到的數據還是以針筒注射橡皮管為主，測量部分主要是計算時間、流速、以及電壓大小間的關係，固定的有探針間的距離，但是產生的數據一樣很不穩定，因為數值極小，幾乎就是在誤差範圍之內，而且飄忽不定，原因還在找，現在知道的就是殘留在探針上的水珠會影響測量，所以還是得接電腦來測量，來觀察數據的分佈情形，以便作數值的分析。

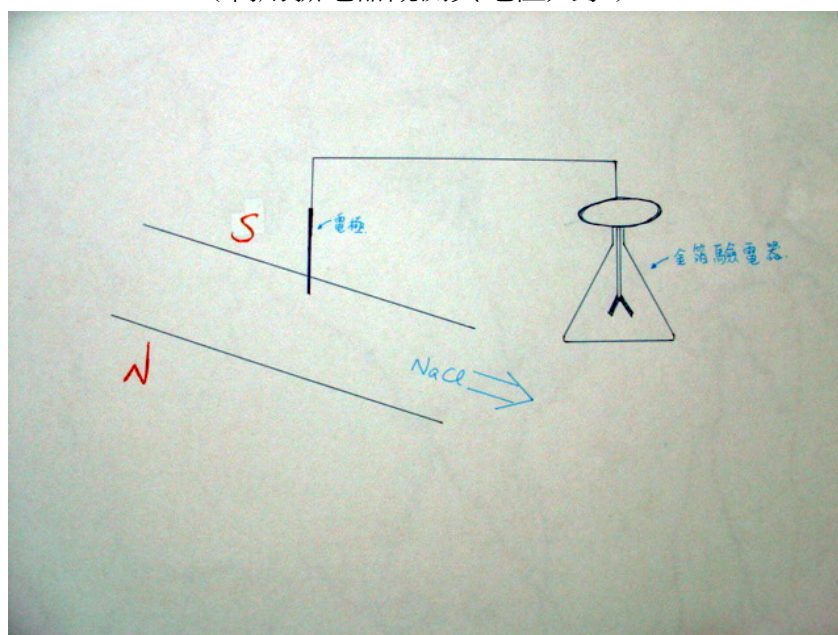
雖然這個實驗不太準，但畢竟是一個過程，慢慢嘗試也漸漸知道一些事情，數據部分下次會把他真正的紀錄下來，但還是要在浮動不大的情況下，另一個球況是去水族館買一台馬達做穩定的水流實驗，這個可以沿用之前做的實驗儀器，唯一煩惱的是不曉得經過食鹽水會不會馬達有生鏽的疑慮，不然這個數據應該是比較精準可信的。

另外最後的大實驗就是老師設計的儀器，看起來真的很炫，我想做出來一該是非常有爆破力的，但如果只是一之前的實驗過程卻又有點平凡無奇，這一兩個禮拜來想想有沒有特別的實驗可以用這台新的實驗儀器來試試看的。

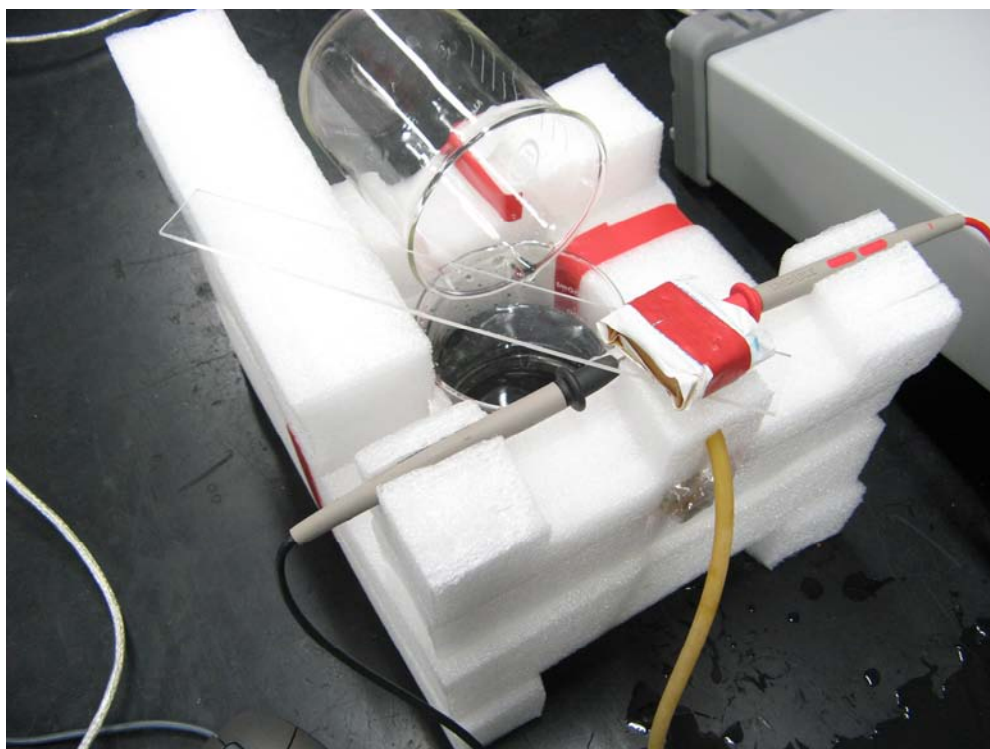
這次實驗我們開了三用電表部分的 FILTER（濾波器）讓實驗數據比較穩定了，但還是會有異常的跳動，也開了 MAX/MIN 的功能，但還是有點怪怪的。

原始設計及器材演進

（利用驗電器觀測其電位大小）







測量結果：

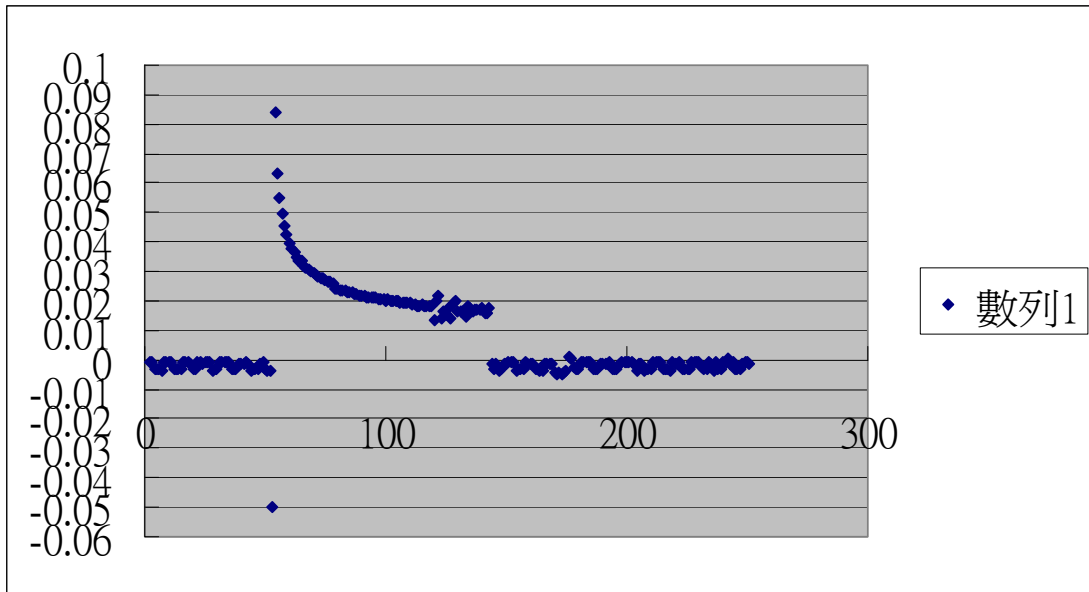
(1)利用實驗室的自來水

磁場強度 0.5 特斯拉

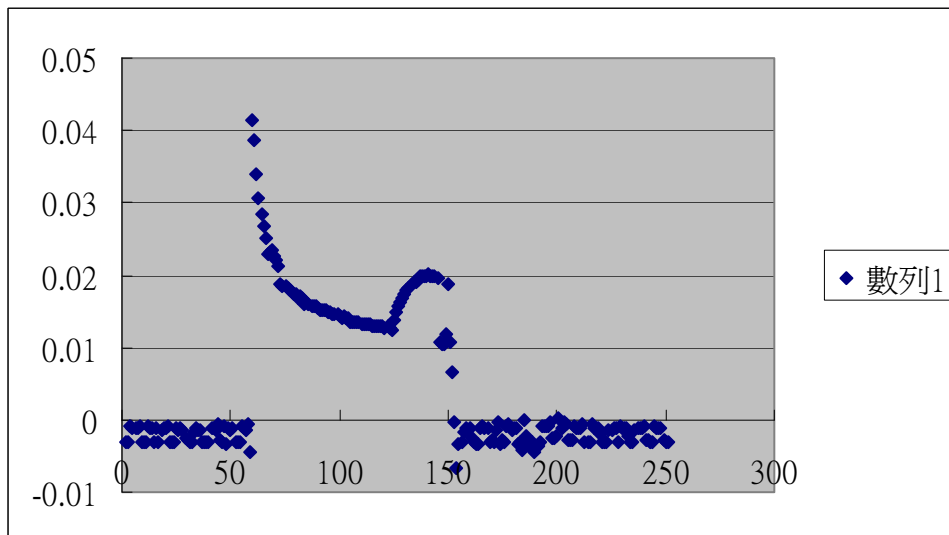
溶液：實驗室的自來水			
單位： VDC			
測量前	注射中	探針距離	速率
0.0034	0.0071	5mm	
0.0023	0.0079	5mm	
0.0023	0.0012	5mm	
0.0023	0.0042	5mm	
0.0023	0.0042	5mm	
0.0023	0.0024	5mm	
0.0025	0.0036	5mm	

### 最後一天

這個科展的最後一天，發現了太多太多莫名其妙的現象，苦於沒有時間了，而且也無法解釋，例如像濃度到底對霍爾電壓有沒有影響，經然後過磁鐵回收的水溶液測量的數據跟原本數據不同，數據的圖形也可以分為好多的種類等等，快要擠爆我的頭了。可是現在已經九點半了，餓了，我想，還是去吃飯吧！



(自來水、上下個八顆鉕鐵硼磁鐵、按壓五秒、測量間距 3mm)



(自來水、上下個八顆鉕鐵硼磁鐵、按壓五秒、測量間距 3mm) 後面壓比較快  
南區的最後一天

有很多的現象在國際科展結束後漸漸的被解釋出來了，大部分是化學的效應，其中也牽涉到探真的表面效應很多很多，而且有的時候會發生大於霍爾效應的結果，使的數據很怪，水容易中的本身的濃度也會有影響，單單是一杯水溶液各處的濃度就不同，甚至連馬達裡的磁鐵都會有影響。之間我們提出了洋流的霍爾效應與海洋電容的概念，原以為是創舉而且似乎不被接受，因為支持我們論點的論文數量不多，即使做到現在仍有不少未解的謎。我們曾經在網路上詢問有關教授洋流與霍爾效應的關聯，但卻未得到正面的回覆。伴隨著查詢資料的增加，越來越肯定我們的想法但也了解我們並非觀念的原創者。而在旺宏科學獎佳作的鼓舞之下，我們經由資料，在實驗室中量到了預期的電位差，但確未能入圍國際科展，因此，我們加強了理論的陳述，希望能在南區科展中全力以赴。

**【評語】** 040508

研究主題深入，將物理基本概念應用到海洋科學。

以簡易自行設計之實驗構想對於洋流產生之電壓亦提出可能之驗證方式。深具進一步之研究價值。