中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　理化科

佳作

031621

電解質溶液的異想世界－

探討離子與磁場的交互作用與應用

學校名稱：臺北市立民權國民中學

作者：	指導老師：
國二 陳意綾 國二 陳冠儒 國二 黃奎元 國二 李彥均	蔡聰暉

關鍵詞：　電解質、離子、磁場

作品名稱：電解質溶液的異想世界－探討離子與磁場的交互作用與應用

摘要

經過我們努力的實驗後，我們發現：離子運動可以產生磁場，離子運動時會受到磁場作用而受力轉向。離子電流的磁效應，其關係式 $B \propto \frac{I}{\sqrt[3]{d}}$，其中 I 爲電解質溶液電流，d 爲與電解質溶液管線距離，而且溶液濃度越大，產生電流越大，則磁場越大。在外加磁場下，電解質溶液導電時仍遵守歐姆定律，但是對溶液的導電性沒有明顯影響。利用磁場作用下離子的運動可觀察到離子的導電性，離子移動速率越快，導電度隨著升高；並進一步瞭解到濃度越大，由於離子間的作用力，會使個別離子移動速率和導電性降低。

壹、研究動機

常聽到「電解質」這個名詞，而在某些市售飲料上也會看到含豐富電解質諸如此類的廣告標語。我們也在學校的理化課中學到，電解質是「化合物、溶於水、可導電」，而我們也知道導線電流會產生磁場，我們不禁聯想到這兩件事的關聯，電解質在導電時所產生的磁場如何？並想到載流導線在磁場中會受力而移動，那麼電解質導電時「離子」是否同樣會受到力呢？於是，我們決定以「電解質」及「磁場」爲這次科展的研究主題，做一些相關的實驗，並了解「電解質」及「磁場」的相關知識，相信這次的科展會是一次非常難忘的知性之旅。

貳、研究目的

安培定律提到：『通有電流的長直導線周圍所建立磁場強弱，和導線上的電流大小成正比，和導線間的距離成反比。』亦即電流磁效應，如果把金屬導線換成不同濃度的電解質溶液，探討其產生的磁場和金屬導體性質的異同。

再者，通有電流的金屬導線在磁場中會運動，探討電解質溶液中導電時離子的運動在磁場中的運動情形，並進一步利用電解質溶液中離子的運動來探討電解質溶液的導電性質。

研究目的如下：

一、探討電解質溶液中離子移動所產生的磁場強度是否遵守安培定律。

二、探討電解質溶液中離子的濃度如何影響產生的磁場強度。

三、探討電解質溶液中離子的種類如何影響產生的磁場強度。

四、探討外加磁場強度如何影響電解質溶液中離子的導電性和繞轉移動速率。

五、探討外加磁場下通電的電解質溶液，離子濃度如何影響離子的導電性。

六、外加磁場於通電的電解質溶液，利用離子繞轉移動速率來探討離子的導電性。

七、探討外加磁場下通電的電解質溶液，離子種類如何影響離子的導電性和繞轉移動速率。

參、研究設備及器材

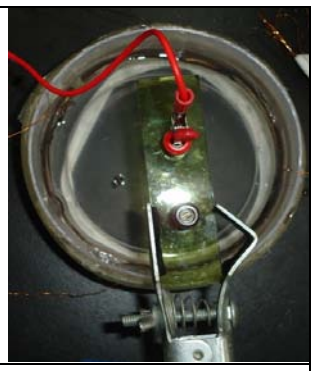
一、實驗藥品：硝酸鉀、硝酸鈉、硝酸銨、硝酸銫、氫氧化鈉、氫氧化鉀。

二、實驗器材：量筒、量瓶、錐形瓶、滴管、燒杯、石墨棒、直流電流供應器、安培計、三用電錶、滴定管、去離子水。

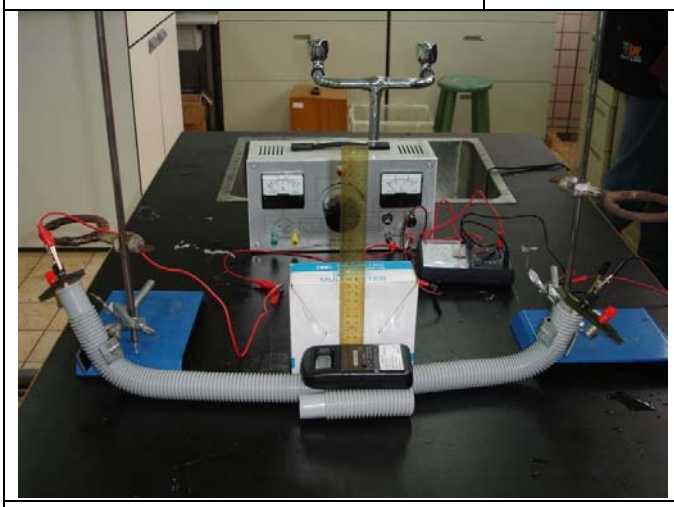
直流電源供應器

毫安培計

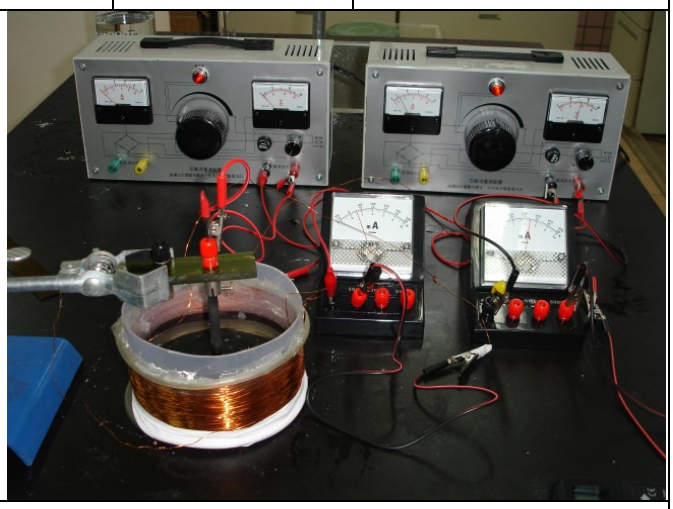
高斯計



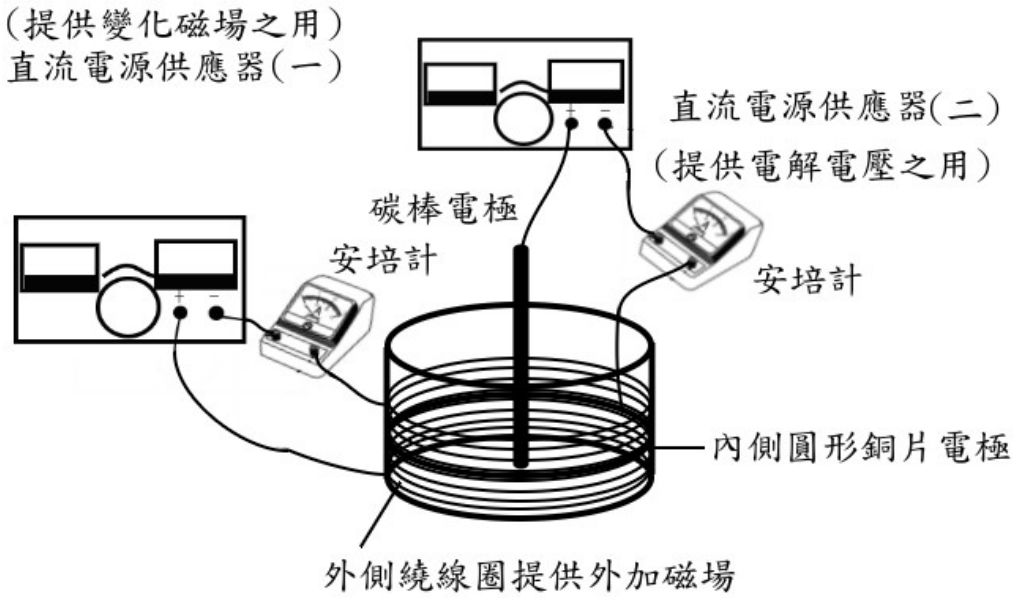
電解槽



長直管線電解槽實驗裝置



圓形電解槽實驗裝置



圓形電解槽實驗裝置示意圖

肆、研究過程或方法

一、探討電解質溶液中離子移動所產生的磁場強度是否遵守安培定律

(一)取 1M、500ml 的硝酸鉀($KNO_{3(aq)}$)溶液倒入長直水管的電解槽中。

(二)調整直流電源供應器，各以不同的 5V、10V、15V、20V、22V、25V 的外加電壓，來電解硝酸鉀溶液，並利用三用電錶紀錄電流大小。

(三)將高斯計置於離長直水管依序為 0cm、1cm、2cm、3cm、4cm、5cm、6cm 的上方位置，各紀錄下磁場強度。

(四)將所得的數據整理表格，各畫出磁場強度隨電流大小與距離變化的關係圖。

二、探討電解質溶液中離子的濃度如何影響產生的磁場強度

(一)各取 0.1M、0.2M、0.4M、0.6M、0.7M $KNO_{3(aq)}$溶液，倒入長直水管的電解槽中。

(二)重覆實驗一步驟(一)至(三)。

(三)將所得的數據整理表格，並畫出磁場強度與濃度變化的關係圖。

三、探討電解質溶液中離子的種類如何影響產生的磁場強度

(一)各取 1M KNO_3、$NaNO_3$、NH_4NO_3、$Mg(NO_3)_2$、$Sr(NO_3)_2$、KOH、NaOH 水溶液倒入長直水管電解槽中。

(二)重覆實驗一步驟(一)至(三)。

(三)將所得的數據整理表格，並畫出磁場強度與溶液種類的關係圖。

四、探討外加磁場強度如何影響電解質溶液中離子的導電性和繞轉移動速率

(一)取 1M、500ml 的硝酸鉀($KNO_{3(aq)}$)溶液倒入圓形電解槽中。

(二)利用調整直流電源供應器(一)來控制固定的電流（1000mA），以產生相同的外加磁場。

(三)調整直流電源供應器(二)，各以不同的 2V、4V、6V、8V、10V、12V 的外加電壓，來電解硝酸鉀溶液，並利用安培計紀錄下電流大小。

(四)置放觀察物(懸浮細蠟塊)，觀察繞轉圓形電解槽一圈所需時間，並紀錄其繞轉圓形電解槽的軌跡半徑，算出圓形軌跡的圓周長。再計算出離子繞轉移動平均速率。

(五)再調整直流電源供應器(一)來改變固定的電流，分別為 0mA、500mA、1000mA、1500mA、2000mA、2500mA 以產生不同大小的外加磁場，並重覆步驟(一)至(四)。

(六)將所得的數據整理表格，並畫出不同的外加磁場強度下，電解電壓與電流的關係圖。

(七)畫出提供不同的電解電壓下，電流大小與外加磁場強度的關係圖。

(八)畫出提供不同的電解電壓下，離子繞轉移動速率與外加磁場強度的關係圖。

(九)畫出提供不同的電解電壓下，離子繞轉移動速率與導電度(電流/電壓)的關係圖。

五、探討外加磁場下電解質溶液，離子濃度如何影響電解質溶液的導電性

(一)利用調整直流電源供應器(一)來控制固定的電流（1500mA），以產生相同的外加磁場。

(二)各取 0.1M、0.2M、0.4M、0.6M、0.7M 500ml 的硝酸鉀($KNO_{3(aq)}$)溶液倒入圓形電解槽中。

(三)調整直流電源供應器(二)，各以不同的 2V、4V、6V、8V、10V、12V 的外加電壓，來電解硝酸鉀溶液，並利用安培計紀錄下電流大小。

(四)置放觀察物(懸浮細蠟塊)，觀察繞轉圓形電解槽一圈所需時間，並紀錄繞轉圓形電解槽的軌跡半徑，換算出圓形軌跡的圓周長。再計算出離子繞轉移動平均速率。

(五)將所得的數據整理表格，並畫出在相同的外加磁場下，電解電壓與電流的關係圖。

(六)畫出導電度(電流/電壓)與離子濃度的關係圖。

六、外加磁場下通電的電解質溶液，利用離子繞轉移動速率來探討離子的導電性

(一)承上實驗六步驟(一)至(五)的實驗結果。

(二)將所得的數據整理表格，並畫出在相同的外加磁場下，離子繞轉移動速率與離子濃度的關係圖。

(三)畫出離子繞轉移動速率與導電度的關係圖。

(四)畫出莫耳離子繞轉移動速率與離子濃度的關係圖。

(五)畫出莫耳導電度(電流/電壓)與離子濃度的關係圖。

(六)畫出莫耳離子繞轉移動速率與莫耳導電度的關係圖。

七、探討外加磁場下電解質溶液離子種類如何影響電解質溶液中離子的導電性

(一)利用調整直流電源供應器(一)來控制固定的電流（1500mA），以產生相同的外加磁場。

(二)各取 1M、500ml 的 KNO_3、$NaNO_3$、NH_4NO_3、$Mg(NO_3)_2$、$Sr(NO_3)_2$、KOH、NaOH 水溶液倒入圓形電解槽中。

(三)調整直流電源供應器(二)，各以不同的 2V、4V、6V、8V、10V、12V 的外加電壓，來電解硝酸鉀溶液，並利用安培計紀錄下電流強度。

(四)置放觀察物(懸浮細蠟塊)，觀察繞轉圓形電解槽一圈所需時間，並紀錄繞轉圓形電解槽的軌跡半徑，換算出圓形軌跡的圓周長。再計算出離子移動平均速率。

(五)將所得的數據整理表格，並畫出在相同的外加磁場下，不同種類的離子，其電解電壓與電流大小的關係圖。

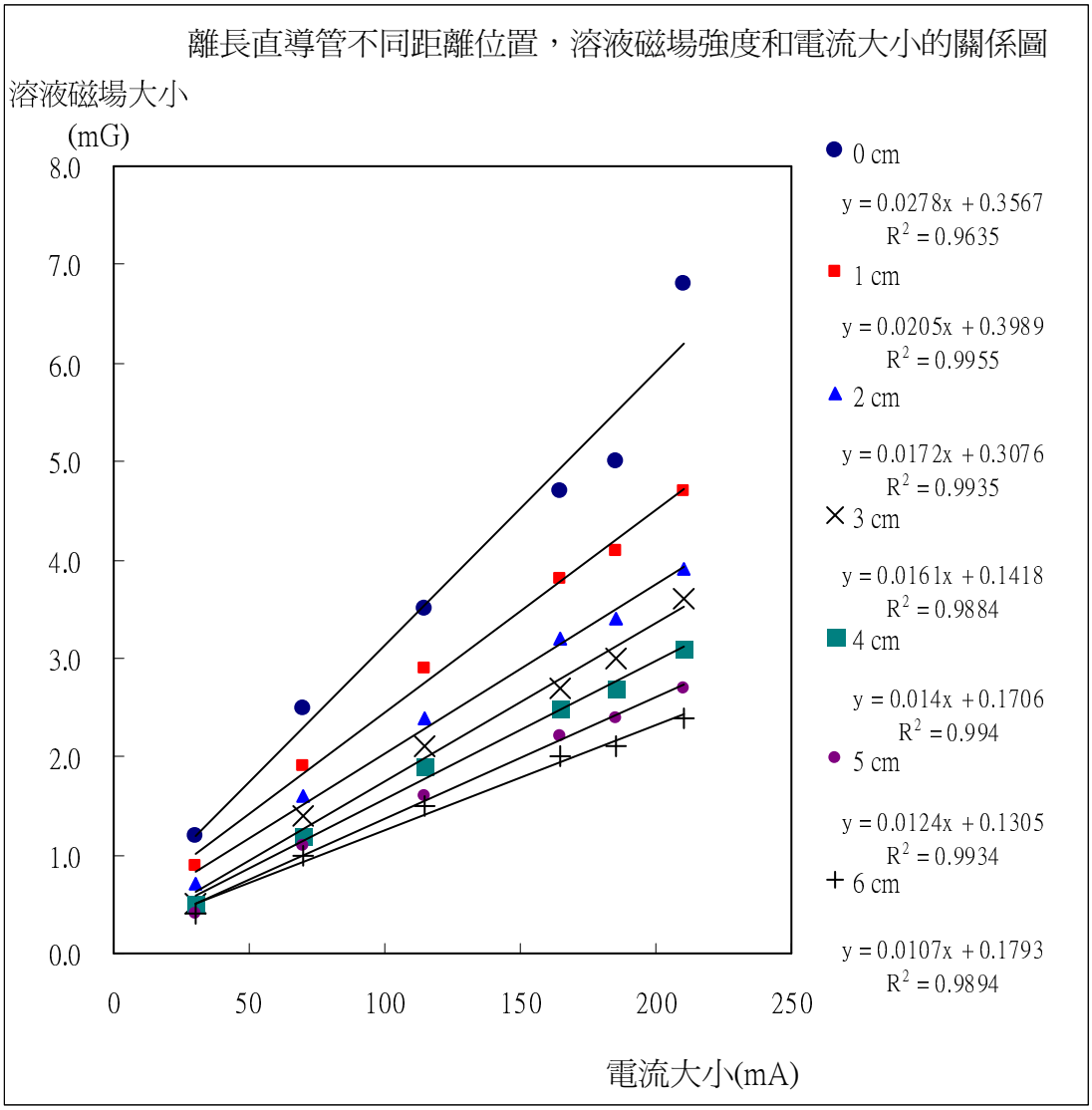
(六)畫出在相同的外加磁場下，離子繞轉移動速率與離子種類的關係圖。

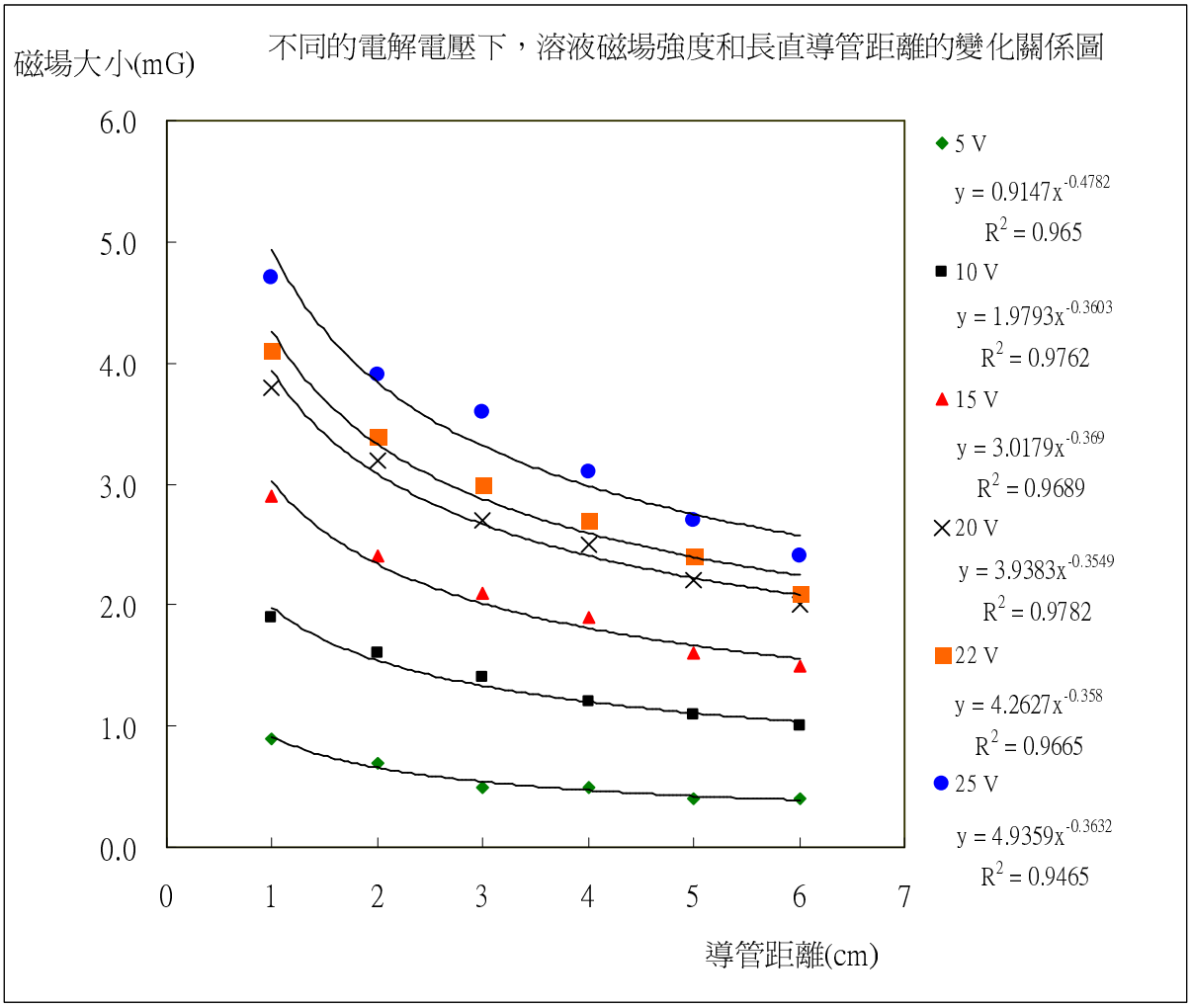
(七)畫出在相同的外加磁場下，不同種類的離子，其導電度(電流/電壓)與離子繞轉移動速率的關係圖。

伍、研究結果

一、探討電解質溶液中離子移動所產生的磁場強度是否遵守安培定律

電解電壓(V)	電流(mA)	距離(cm)/磁場(mG)						
		0 cm	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm
5	30	1.2	0.9	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4
10	70	2.5	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
15	115	3.5	2.9	2.4	2.1	1.9	1.6	1.5
20	165	4.7	3.8	3.2	2.7	2.5	2.2	2.0
22	185	5.0	4.1	3.4	3.0	2.7	2.4	2.1
25	210	6.8	4.7	3.9	3.6	3.1	2.7	2.4

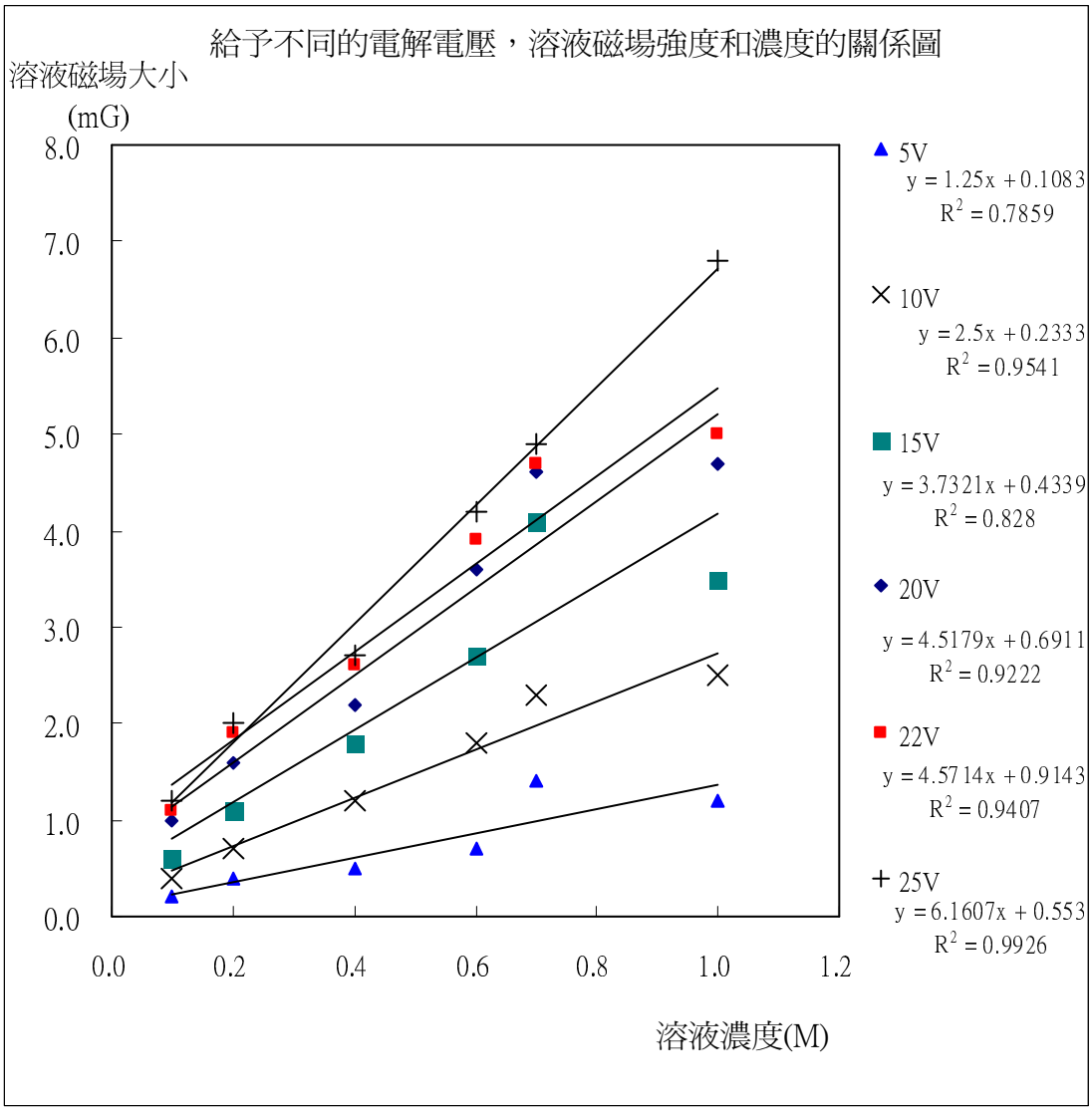




由上兩圖可知電流越大，則磁場越大，磁場強度與溶液產生的電流大小成正相關；而距離導管越遠，則磁場越小，磁場強度與距離成負相關，兩者的關係大約 $B \propto \frac{I}{\sqrt[3]{d}}$ 。

二、探討電解質溶液中離子的濃度如何影響產生的磁場強度

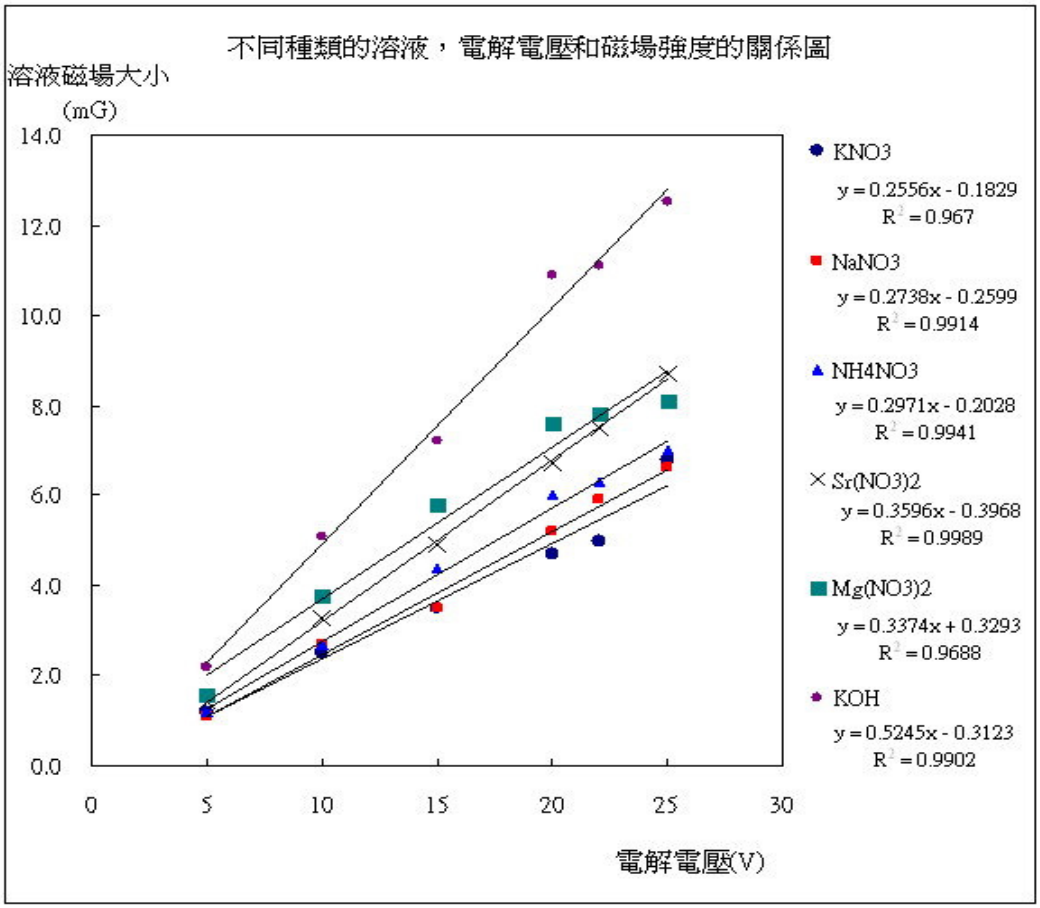
電解電壓(V)	濃度(M)/磁場(mG)											
	0.1		0.2		0.4		0.6		0.7		1.0	
	電流(mA)	磁場(mG)	電流(mA)	磁場(mG)	電流(mA)	磁場(mG)	電流(mA)	磁場(mG)	電流(mA)	磁場(mG)	電流(mA)	磁場(mG)
5	6.5	0.2	10.0	0.4	17.5	0.5	20.0	0.7	50.0	1.4	30.0	1.2
10	15.0	0.4	25.0	0.7	40.0	1.2	55.0	1.8	90.0	2.3	70.0	2.5
15	25.0	0.6	35.0	1.1	65.0	1.8	80.0	2.7	135.0	4.1	115.0	3.5
20	30.0	1.0	50.0	1.6	85.0	2.2	115.0	3.6	140.0	4.6	165.0	4.7
22	35.0	1.1	55.0	1.9	95.0	2.6	125.0	3.9	160.0	4.7	185.0	5.0
25	40.0	1.2	65.0	2.0	110.0	2.7	150.0	4.2	185.0	4.9	210.0	6.8

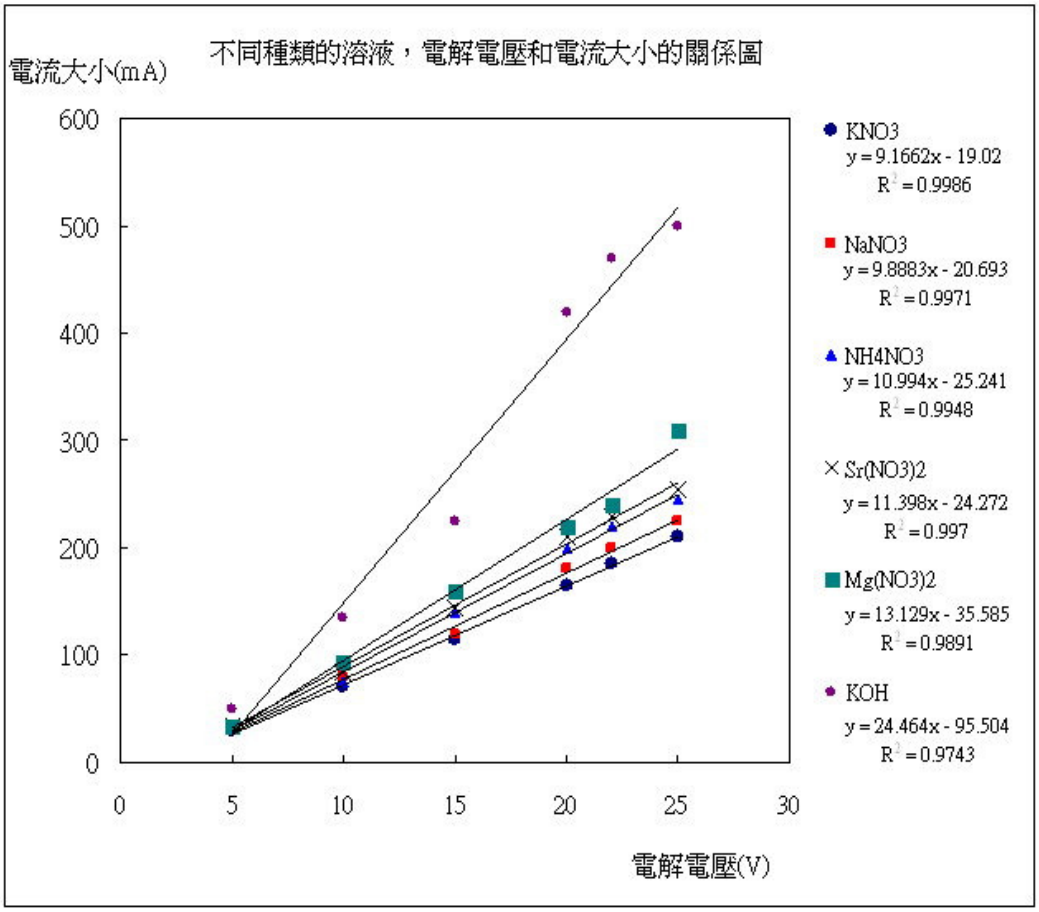


由上圖可知溶液濃度越大，則磁場越大，磁場強度與溶液濃度成正相關。

三、探討電解質溶液中離子的種類如何影響產生的磁場強度

電解電壓(V)	溶液種類/磁場(mG)											
	KNO_3		$NaNO_3$		NH_4NO_3		$Sr(NO_3)_2$		$Mg(NO_3)_2$		KOH	
	電流(mA)	磁場(mG)	電流(mA)	磁場(mG)	電流(mA)	磁場(mG)	電流(mA)	磁場(mG)	電流(mA)	磁場(mG)	電流(mA)	磁場(mG)
5	30.0	1.2	30.0	1.1	35.0	1.2	35.0	1.4	35.0	1.6	50.0	2.2
10	70.0	2.5	80.0	2.7	75.0	2.7	85.0	3.3	95.0	3.8	135.0	5.1
15	115.0	3.5	120.0	3.5	140.0	4.4	145.0	4.9	160.0	5.8	225.0	7.2
20	165.0	4.7	180.0	5.2	200.0	6.0	210.0	6.7	220.0	7.6	420.0	10.9
22	185.0	5.0	200.0	5.9	220.0	6.3	230.0	7.5	240.0	7.8	470.0	11.1
25	210.0	6.8	225.0	6.6	245.0	7.0	255.0	8.7	310.0	8.1	500.0	12.5



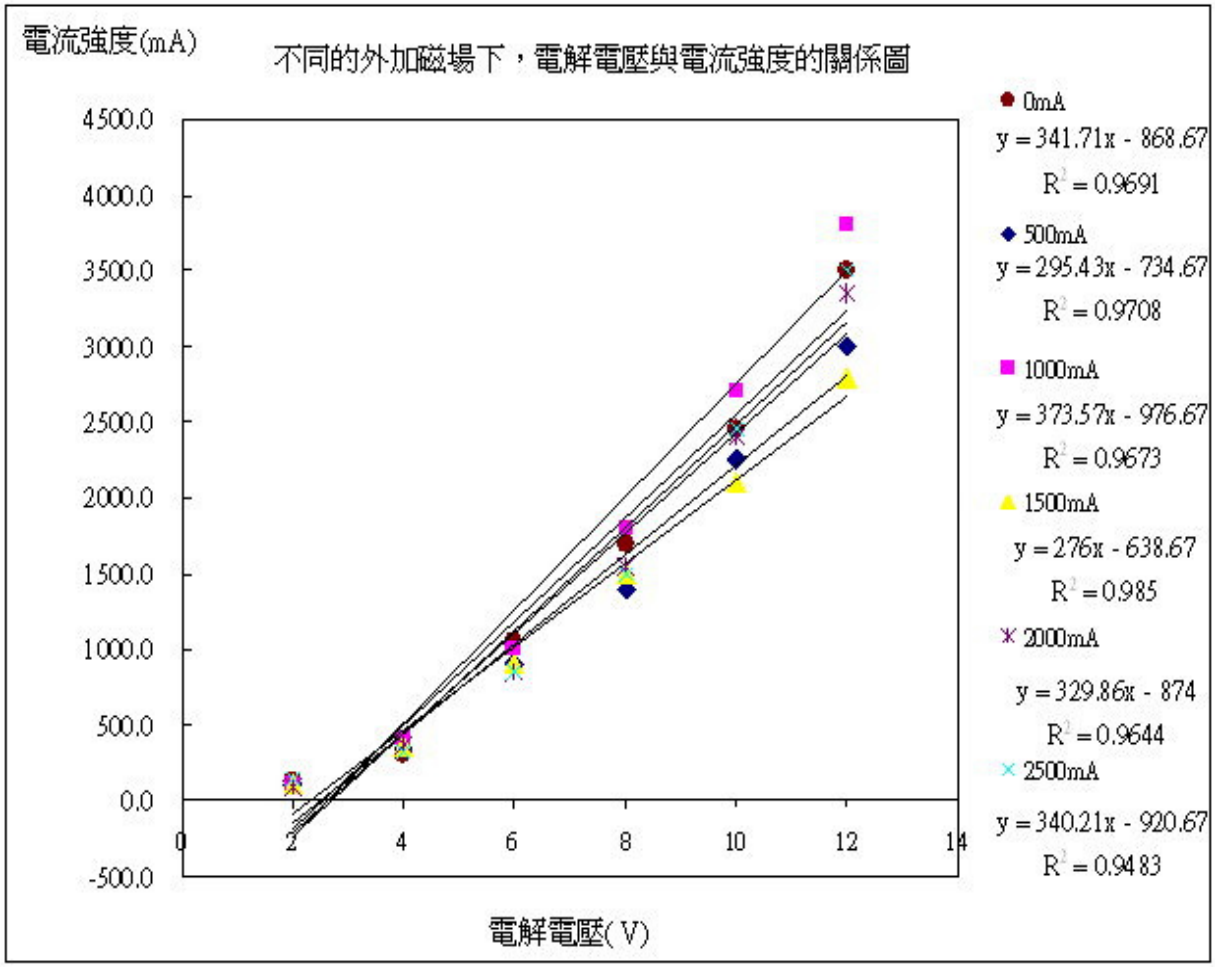


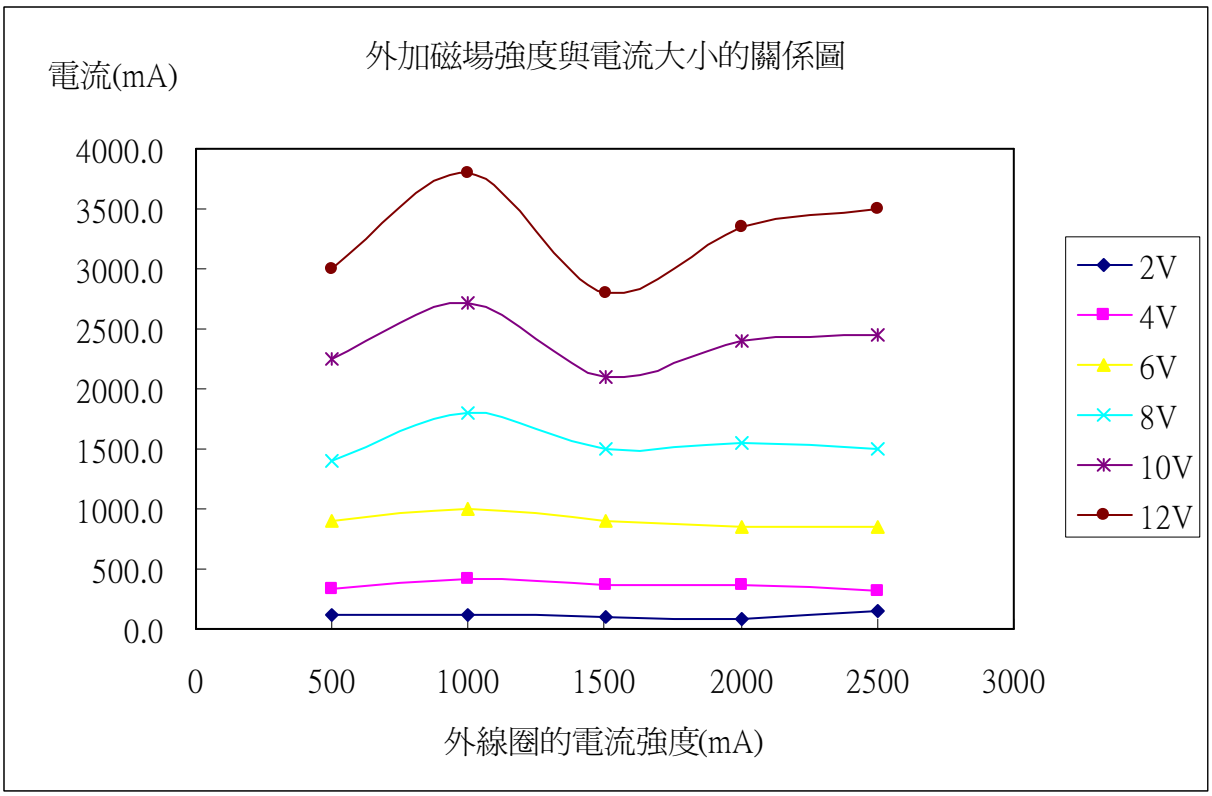
提供相同的電解電壓，所得到的磁場強度和電流大小的關係皆爲 KOH＞$Mg(NO_3)_2$＞$Sr(NO_3)_2$＞NH_4NO_3＞$NaNO_3$＞KNO_3。

四、探討外加磁場強度如何影響電解質溶液中離子的導電性和繞轉移動速率

外加磁場電流(mA)	0mA		500mA			1000mA			1500mA			2000mA			2500mA		
電解電壓(V)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)
2	130.0	0.065	110.0	0.055	0.24	110.0	0.055	0.64	100.0	0.050	0.56	90.0	0.045	0.64	145.0	0.073	0.65
4	310.0	0.078	340.0	0.085	0.46	410.0	0.103	0.90	360.0	0.090	1.14	370.0	0.093	1.18	320.0	0.080	1.18
6	1050.0	0.175	900.0	0.150	0.88	1000.0	0.167	1.42	900.0	0.150	1.82	850.0	0.142	2.08	850.0	0.142	2.42
8	1700.0	0.213	1400.0	0.175	0.97	1800.0	0.225	1.90	1500.0	0.188	2.20	1550.0	0.194	2.81	1500.0	0.188	2.92
10	2450.0	0.245	2250.0	0.225	1.40	2710.0	0.271	2.07	2100.0	0.210	2.45	2400.0	0.240	4.68	2450.0	0.245	4.90
12	3500.0	0.292	3000.0	0.250	1.72	3800.0	0.317	2.36	2800.0	0.233	2.79	3350.0	0.279	5.10	3500.0	0.292	5.35

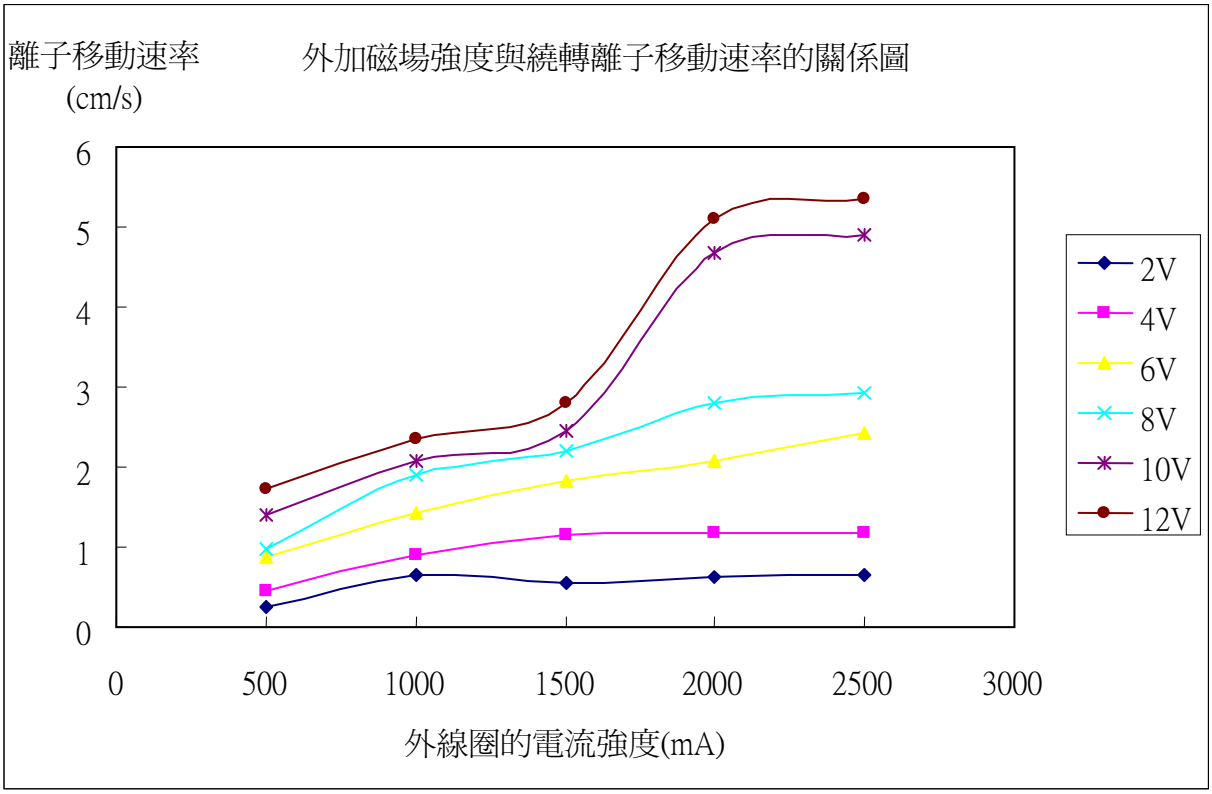
外加磁場強度如何影響電解質溶液中離子的導電性



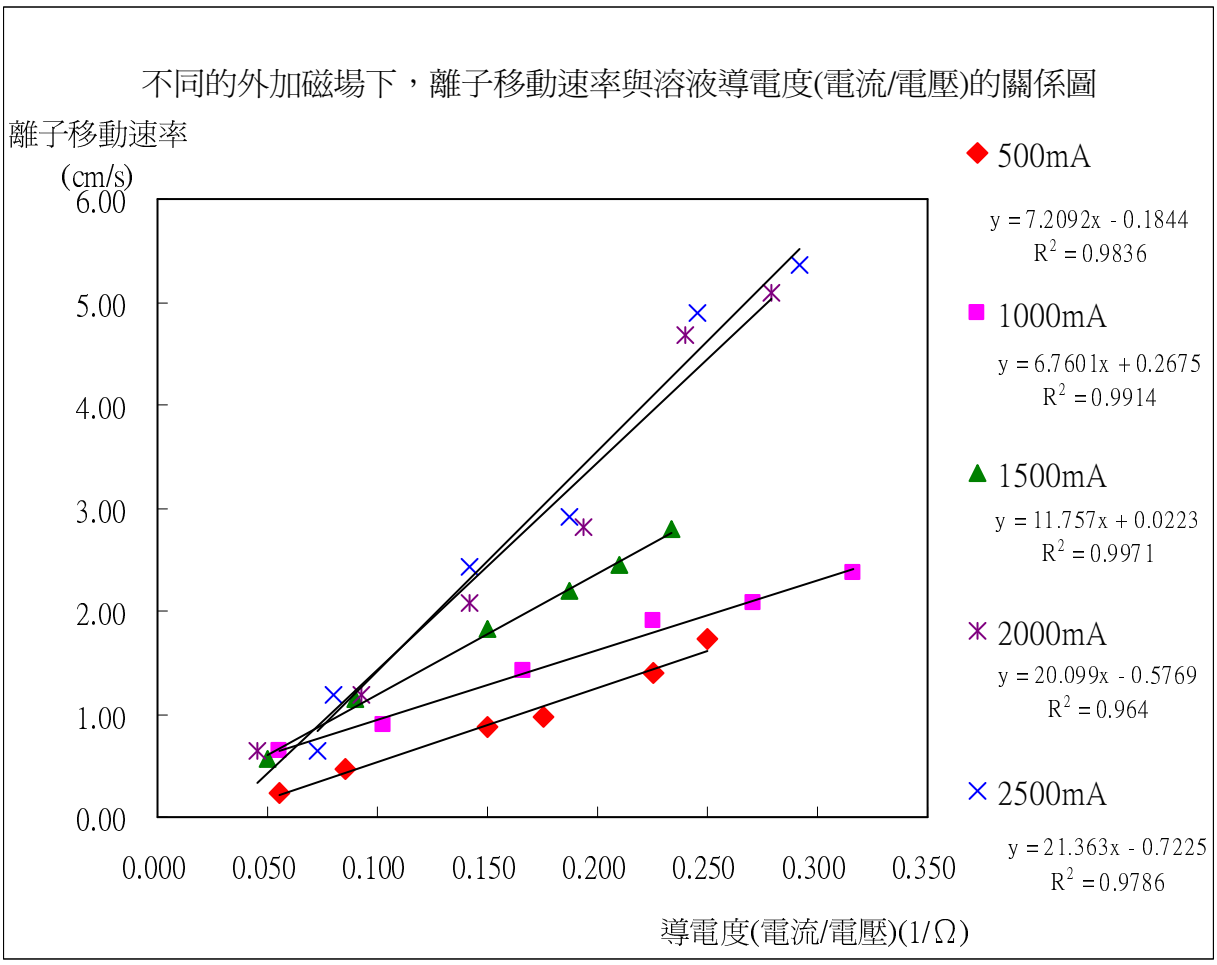


在外加磁場下，電解電壓與電流大小仍呈現正相關的曲線，電解質溶液導電時仍遵守歐姆定律。由上兩圖無法看出磁場對離子導電的影響。

外加磁場下通電的電解質溶液，離子繞轉移動速率與外加磁場大小的關係



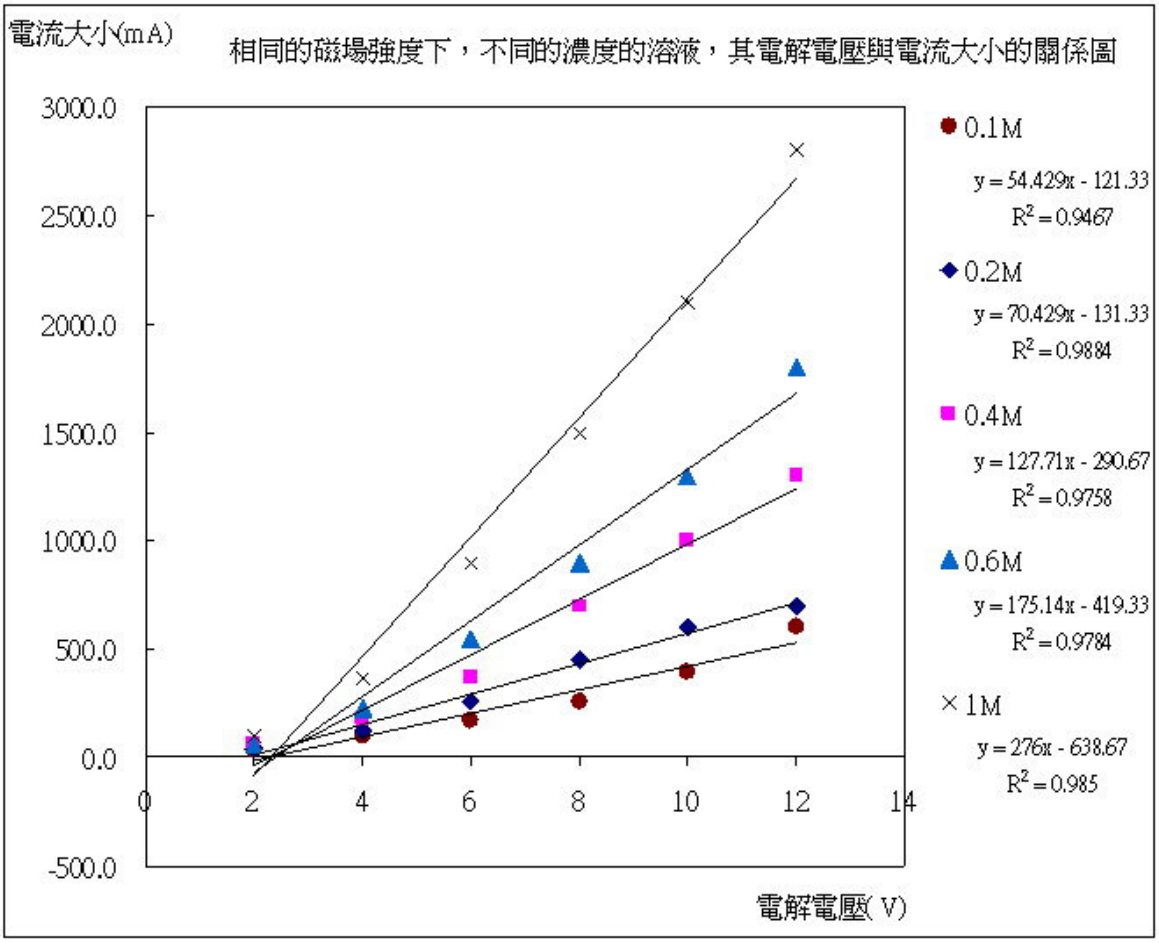
由外線圈的電流強度來代表外加的磁場強度，可知外加磁場強度越大，則離子移動的速率越快。尤其當電解電壓越大時，離子移動的速率呈現更明顯的變化。



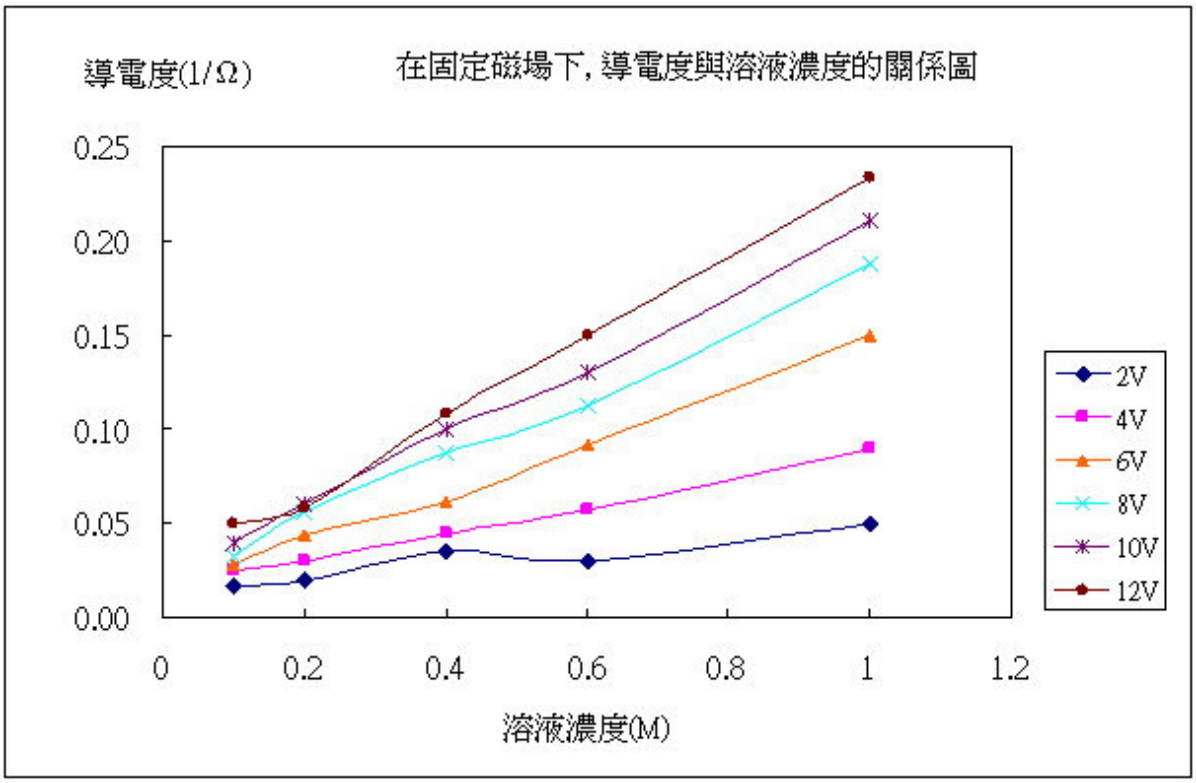
進一步將電流除以電解電壓，得到導電度與離子移動速率呈現正相關。即當電解質溶液離子的導電度越大，亦可由離子的移動速率越大。可知當外加磁場越大時，離子的移動速率會因溶液的電解電壓升高而呈現更明顯的變化。

五、探討外加磁場下通電的電解質溶液，離子濃度如何影響電解質溶液的導電性

溶液濃度(M)	0.1			0.2			0.4			0.6			1		
電解電壓(V)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(Ma)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)
2	33.0	0.017	0.60	40.0	0.020	0.50	70.0	0.035	0.50	60.0	0.030	0.72	100.0	0.050	0.80
4	100.0	0.025	0.70	120.0	0.030	0.74	180.0	0.045	1.07	230.0	0.058	1.10	360.0	0.090	1.75
6	170.0	0.028	0.87	260.0	0.043	1.09	370.0	0.062	1.66	550.0	0.092	2.07	900.0	0.150	1.83
8	260.0	0.033	1.36	450.0	0.056	1.33	700.0	0.088	1.91	900.0	0.113	2.38	1500.0	0.188	1.92
10	395.0	0.040	1.46	600.0	0.060	1.78	1000.0	0.100	2.19	1300.0	0.130	2.49	2100.0	0.210	2.35
12	600.0	0.050	1.61	700.0	0.058	1.85	1300.0	0.108	2.44	1800.0	0.150	2.94	2800.0	0.233	3.07

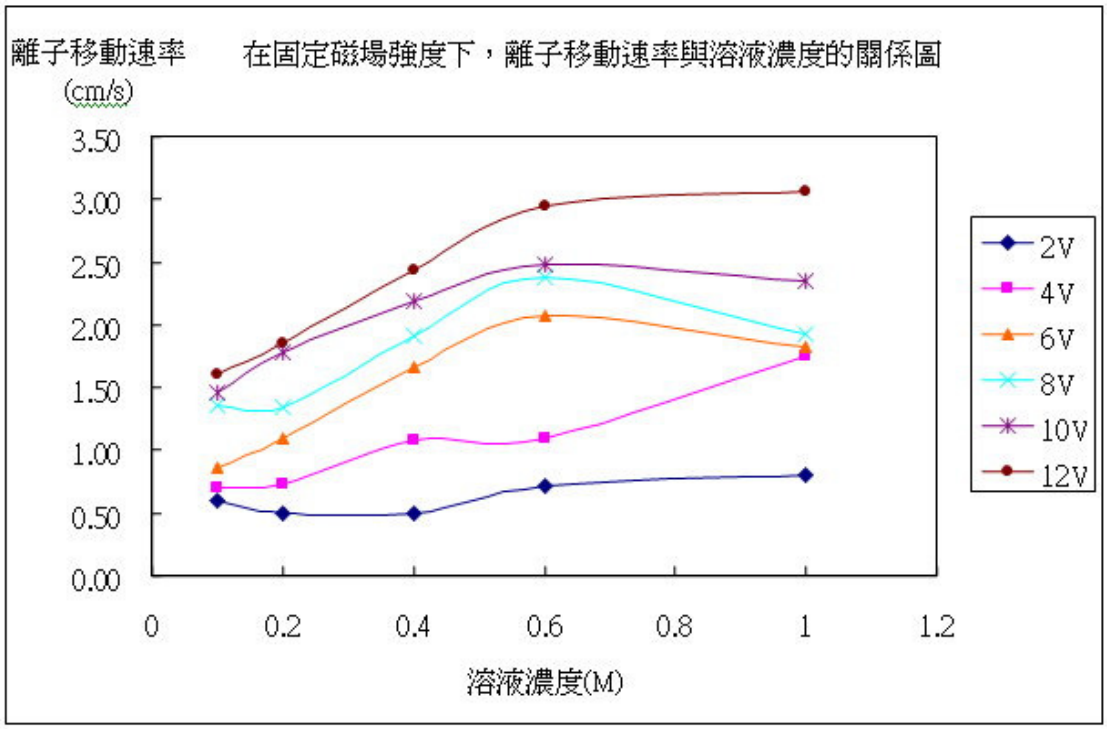


相同的外加磁場作用下，溶液的濃度越大，在提供相同的電解電壓可得到較大的電流，則導電度越大；而且電解電壓與電流的關係呈現正相關。

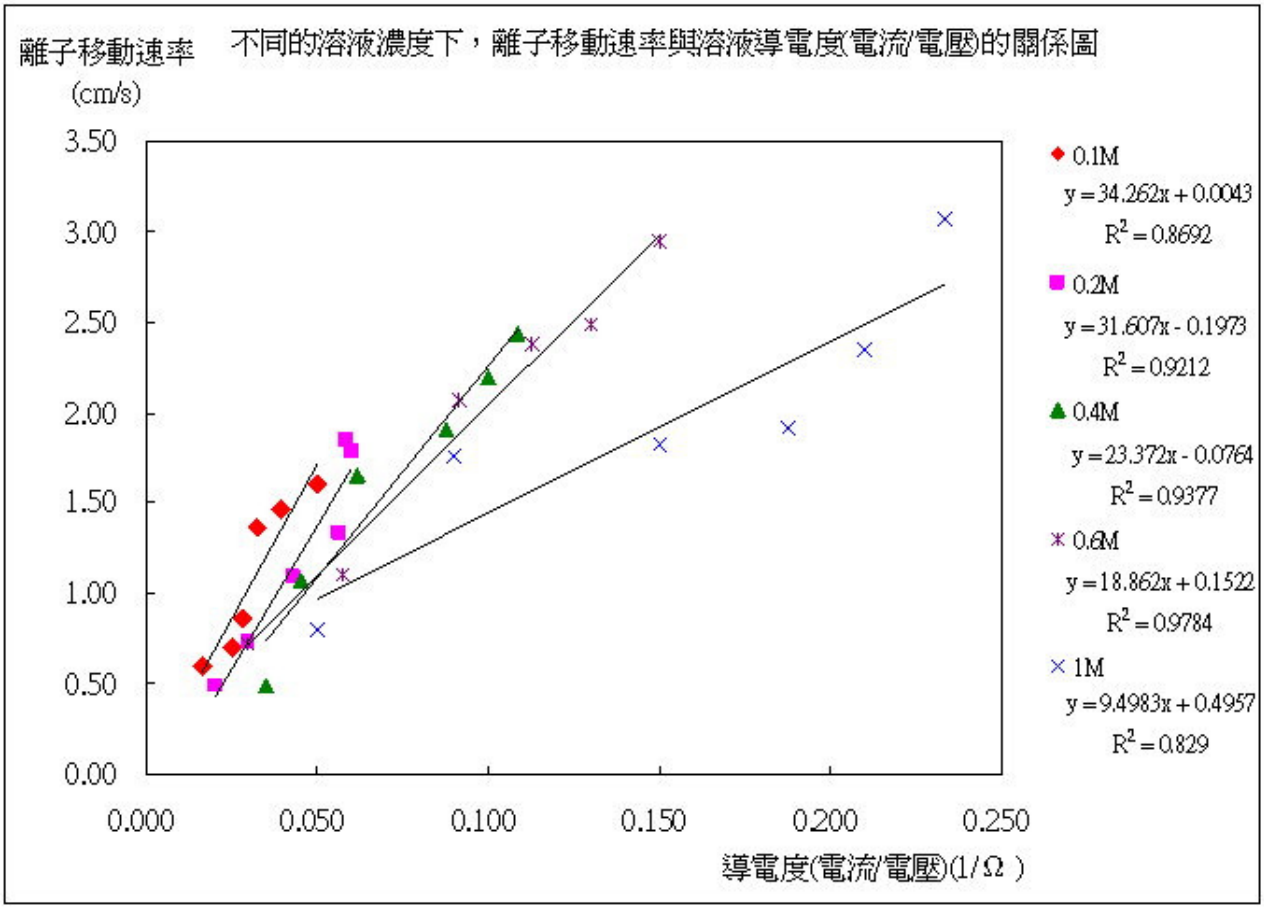


溶液濃度越大，溶液的導電度越大。

六、外加磁場下通電的電解質溶液，利用離子繞轉移動速率來探討離子的導電性



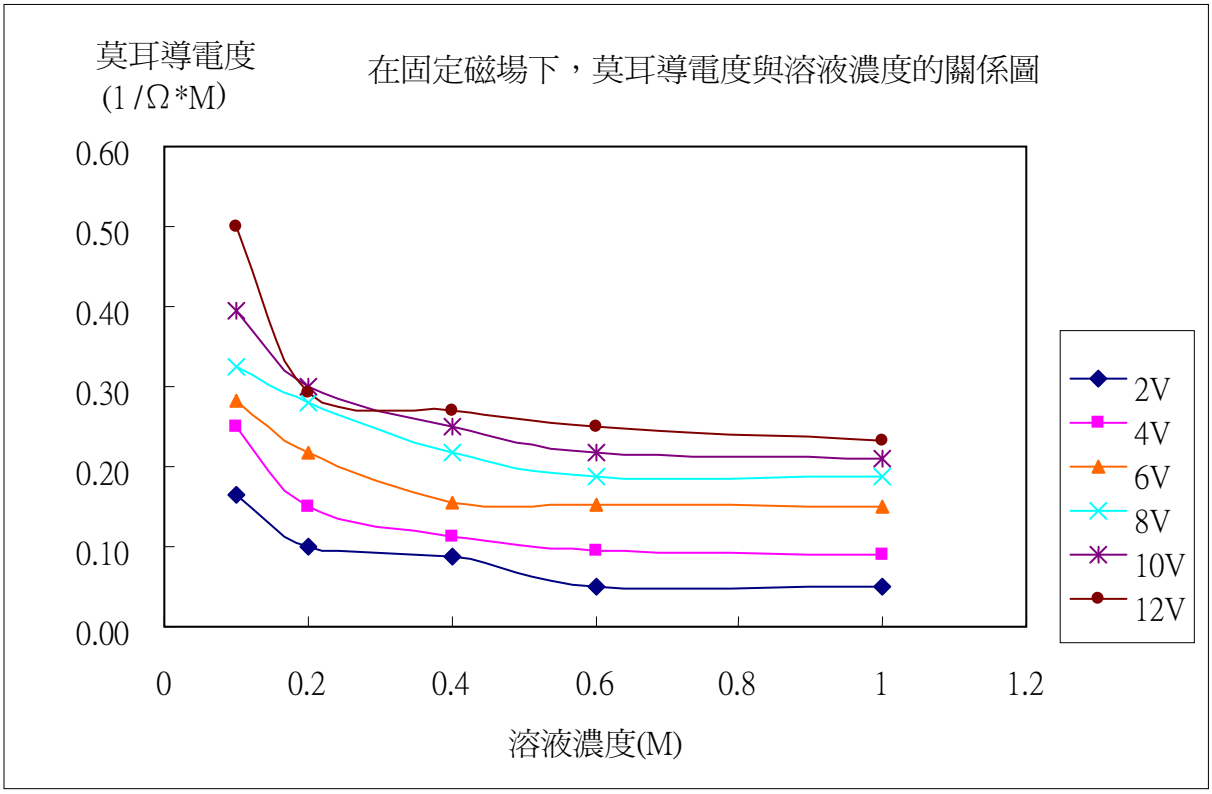
由上圖可知當濃度在 0.6M 以下時，溶液的濃度越大，則離子移動速率越大。但是，當濃度接近 1 時，提供電壓使得離子的移動速率增加不明顯，有些數據顯示移動速率反而變小。

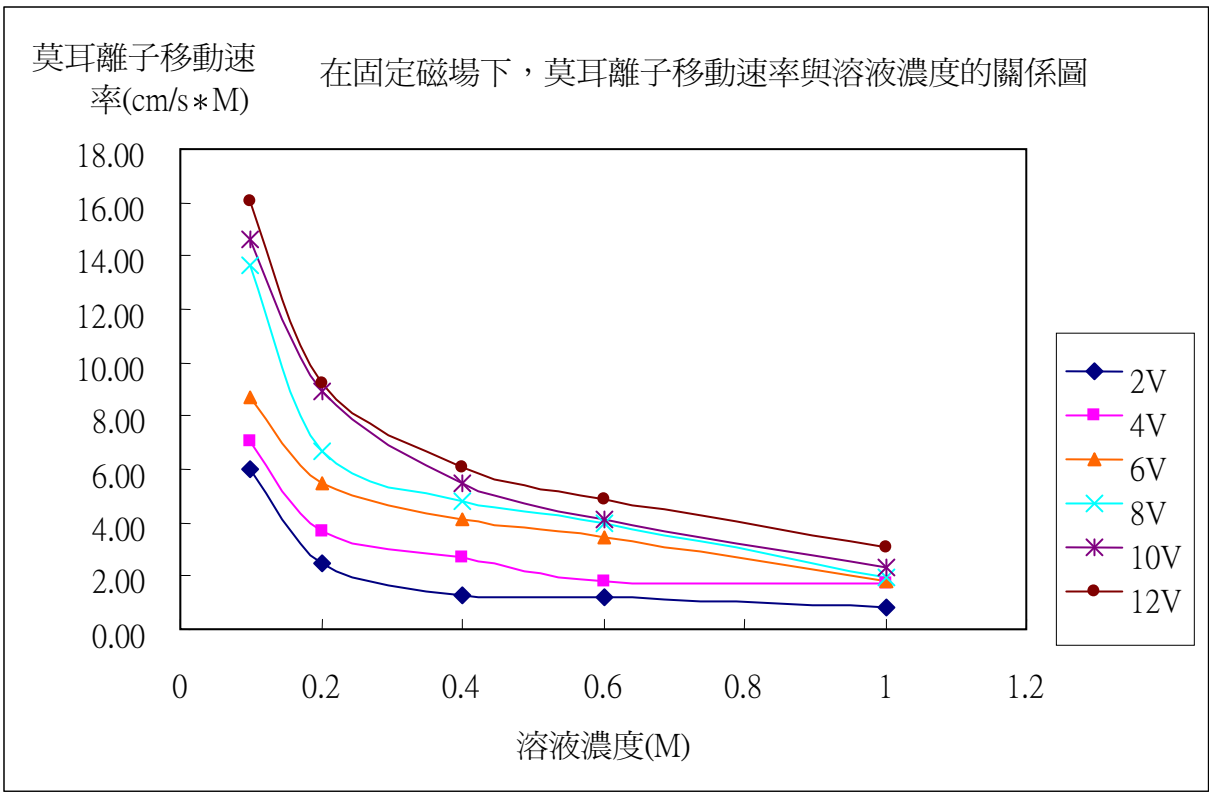


溶液導電度與離子移動速率呈現正相關，導電度越大，離子移動速率越大。

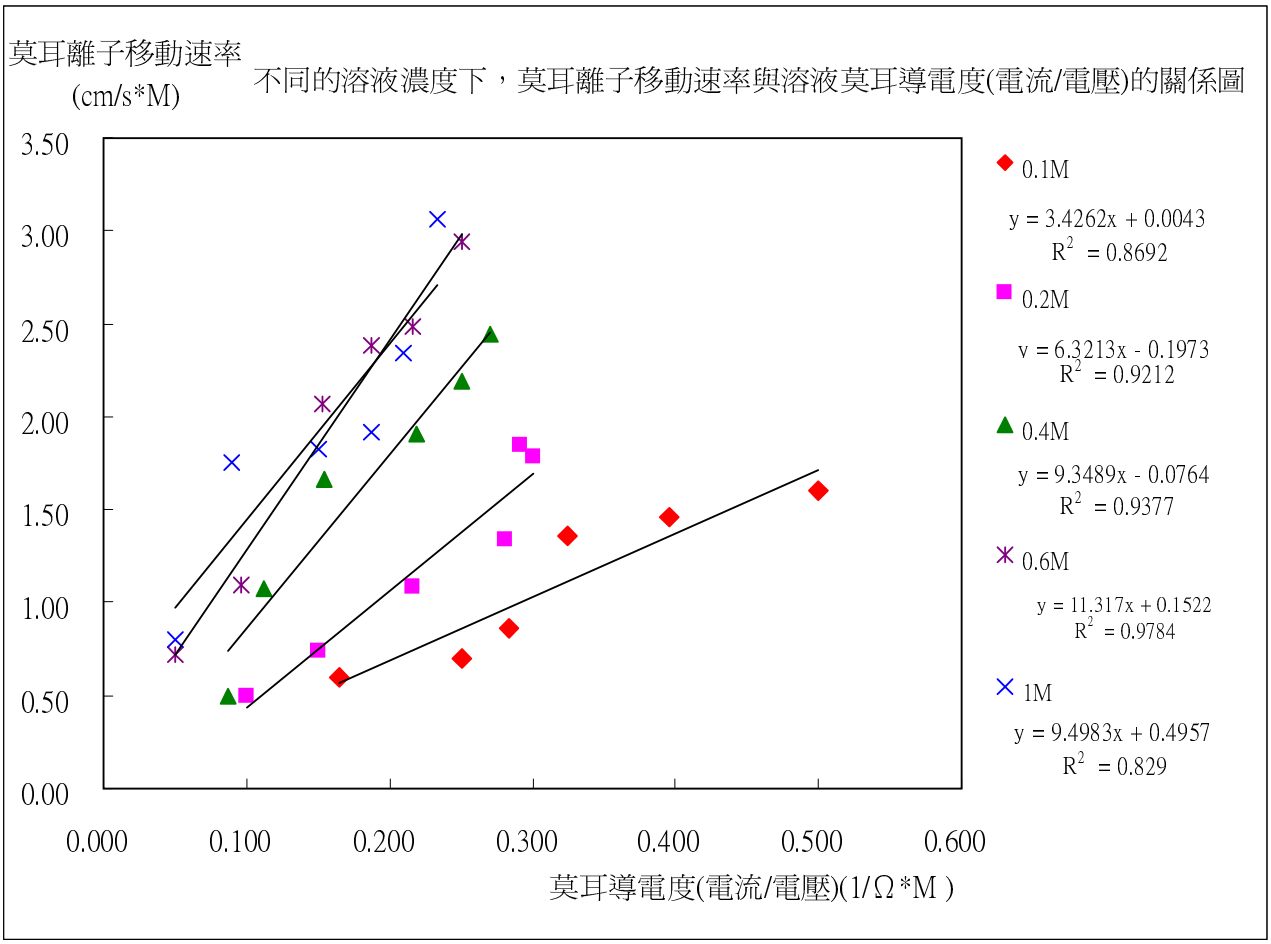
進一步分析莫耳導電度和莫耳離子移動速率，去除濃度的因素，來看出個別離子的導電度和移動速率的關係。

溶液濃度(M)	0.1		0.2		0.4		0.6		1	
電解電壓(V)	莫耳電導(1/Ω＊M)	莫耳移動速率(cm/s＊M)	莫耳電導(1/Ω＊M)	莫耳移動速率(cm/s＊M)	莫耳電導(1/Ω＊M)	莫耳移動速率(cm/s＊M)	莫耳電導(1/Ω＊M)	莫耳移動速率(cm/s＊M)	莫耳電導(1/Ω＊M)	莫耳移動速率(cm/s＊M)
2	0.165	5.969	0.100	2.476	0.088	1.240	0.050	1.201	0.050	0.805
4	0.250	7.030	0.150	3.678	0.113	2.681	0.096	1.832	0.090	1.755
6	0.283	8.664	0.217	5.452	0.154	4.147	0.153	3.446	0.150	1.826
8	0.325	13.629	0.281	6.674	0.219	4.769	0.188	3.965	0.188	1.920
10	0.395	14.622	0.300	8.906	0.250	5.481	0.217	4.143	0.210	2.348
12	0.500	16.070	0.292	9.235	0.271	6.100	0.250	4.906	0.233	3.067





由「離子總移動速率和濃度」與「總導電度和濃度」兩關係圖呈正相關；而「莫耳移動速率和濃度」與「莫耳導電度和濃度」兩關係圖則呈負相關。由上兩圖可知，莫耳離子移動速率與莫耳導電度皆隨濃度增加而減少。

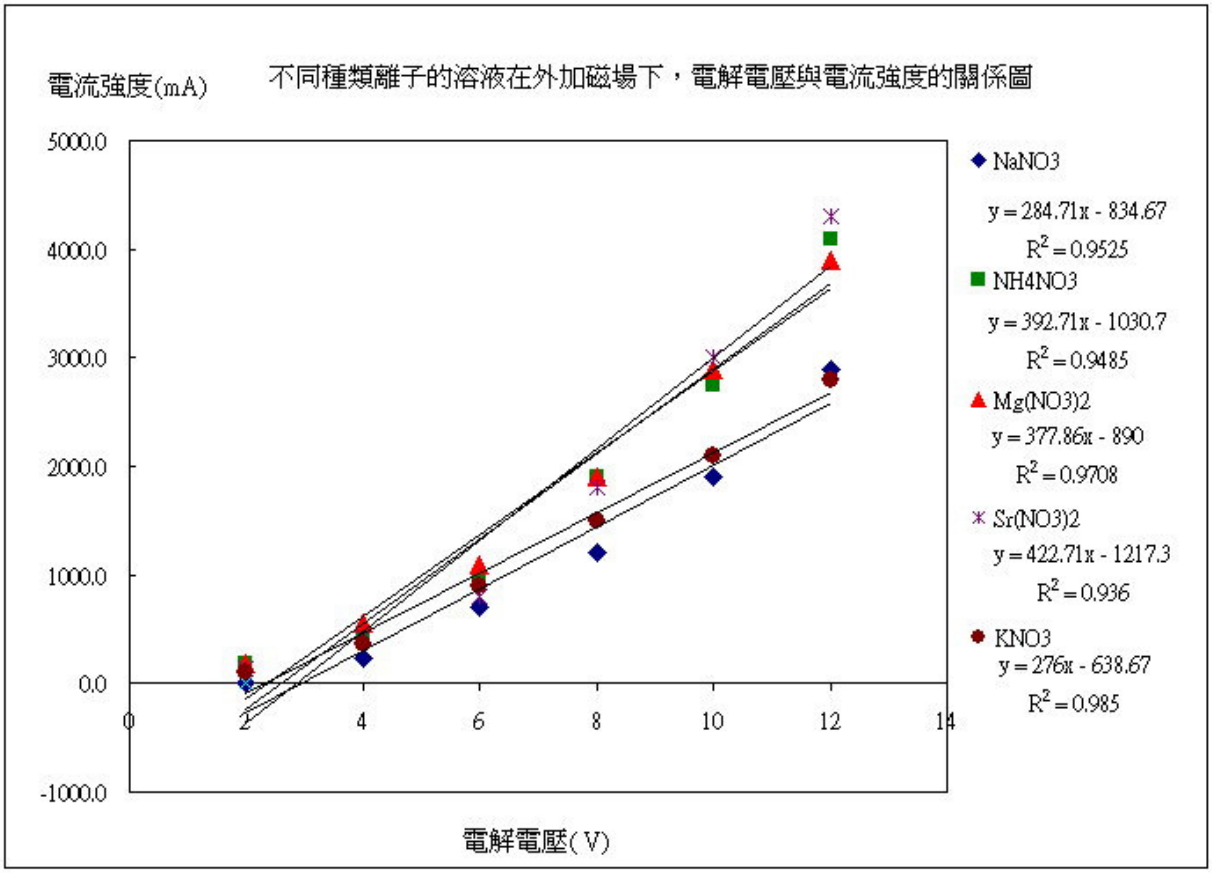


「總移動速率和總導電度」呈正相關，導電度越大，總離子移動速率越大。濃度越大，可

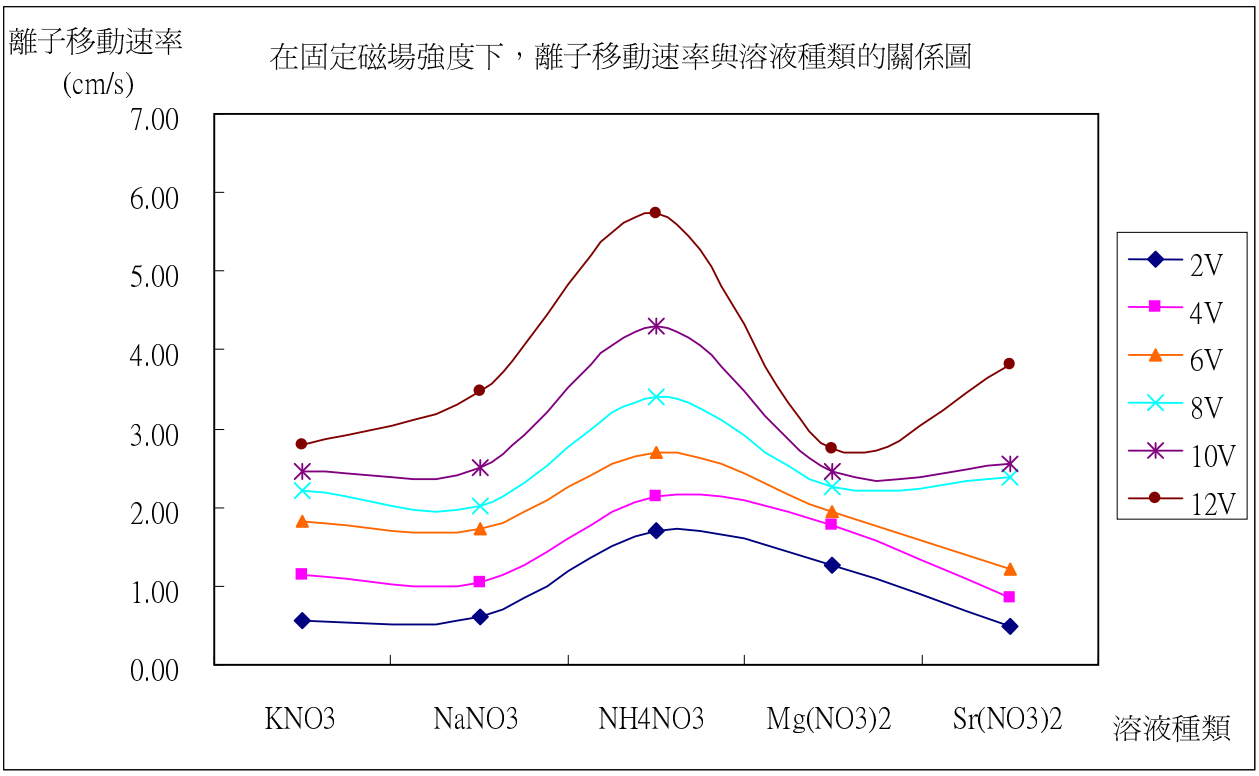
得到離子總移動速率和總導電度的曲線較小斜率；另外「莫耳移動速率和莫耳導電度」亦呈正相關，但是，濃度越小，莫耳離子移動速率和莫耳導電度的曲線得到較小斜率；可知在去除「離子數目」的因素後，當濃度越小，個別離子具相同移動速率時，有較大的導電度。

七、探討外加磁場下通電的電解質溶液，離子種類如何影響離子的導電性和繞轉移動速率

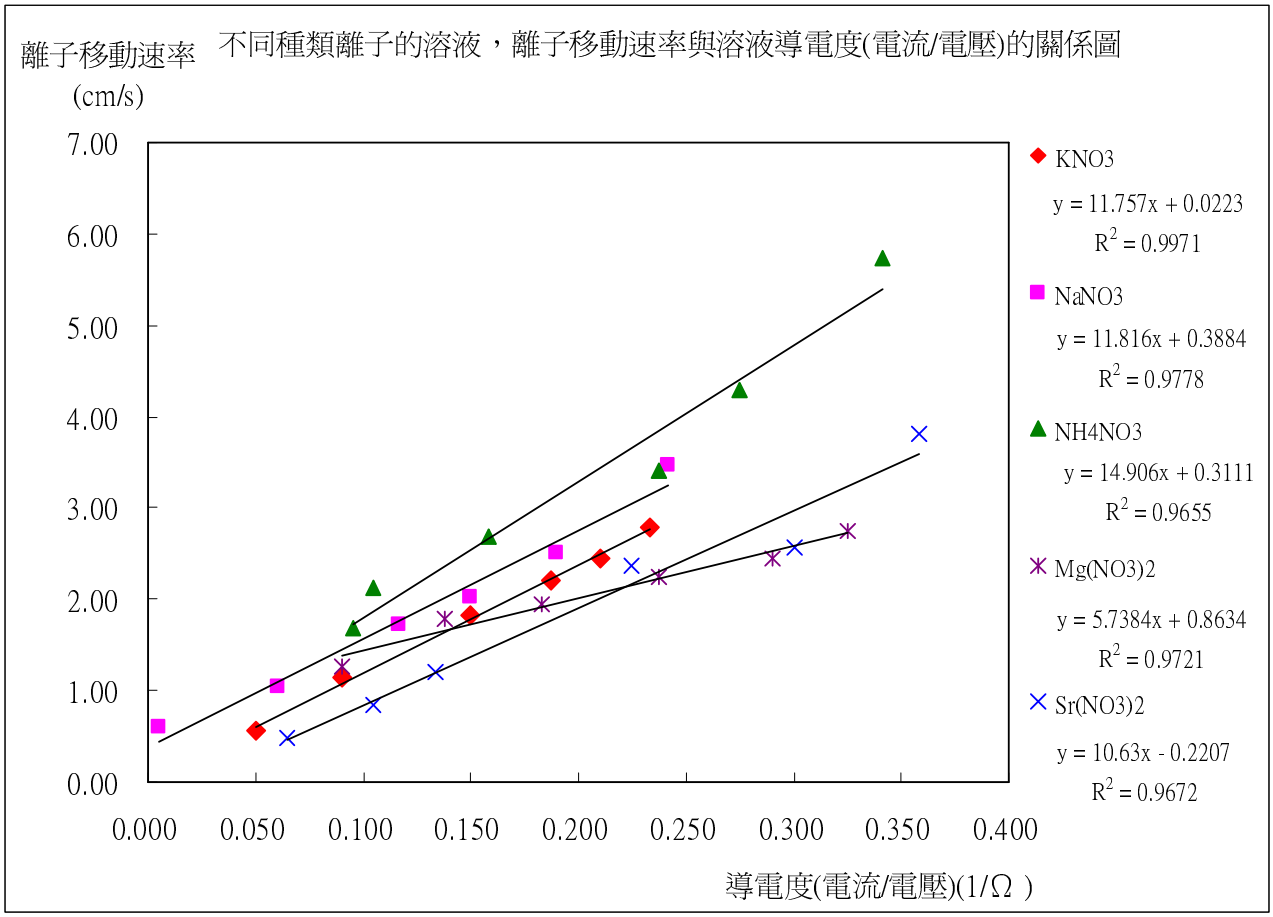
溶液種類	KNO_3			$NaNO_3$			NH_4NO_3			$Mg(NO_3)_2$			$Sr(NO_3)_2$		
電解電壓(V)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)	電流(mA)	電導度(1/Ω)	移動速率(cm/s)
2	100.0	0.050	0.56	10.0	0.005	0.6	190.0	0.095	1.69	180.0	0.090	1.26	130.0	0.07	0.49
4	360.0	0.090	1.14	240.0	0.060	1.04	420.0	0.105	2.13	550.0	0.138	1.78	420.0	0.11	0.85
6	900.0	0.150	1.82	700.0	0.117	1.72	950.0	0.158	2.69	1100.0	0.183	1.95	800.0	0.13	1.21
8	1500.0	0.188	2.20	1200.0	0.150	2.02	1900.0	0.238	3.40	1900.0	0.238	2.25	1800.0	0.23	2.37
10	2100.0	0.210	2.45	1900.0	0.190	2.5	2750.0	0.275	4.30	2900.0	0.290	2.45	3000.0	0.30	2.56
12	2800.0	0.233	2.79	2900.0	0.242	3.47	4100.0	0.342	5.73	3900.0	0.325	2.74	4300.0	0.36	3.81



在外加磁場下，各種離子溶液仍遵守歐姆定律，其關係曲線斜率表示導電度 $Sr(NO_3)_2$ > NH_4NO_3 > $Mg(NO_3)_2$ > $NaNO_3$ > KNO_3。$Sr(NO_3)_2$ 和 $Mg(NO_3)_2$ 屬於二價離子導電度高於其它種類物質，而 NH_4NO_3 導電度明顯高於其它一價離子。



進一步觀察離子移動速率和種類的關係圖，在外加磁場下，NH_4NO_3 的離子移動速率高於其它離子，NH_4NO_3 可能因此具較高的導電性。



各種電解質離子移動速率與導電度的關係都呈正相關。$Mg(NO_3)_2$ 的導電度明顯因其二價離子當具相同的離子移動速率，導電度較大。

陸、討論

一、由實驗一，電流越大，則磁場越大，磁場強度與溶液產生的電流大小成正相關；而距離長直導管越遠，則磁場越小，磁場強度與距離成負相關，兩者的關係大約 $B \propto \frac{I}{\sqrt[3]{d}}$，和一般長直通電導線的磁場安培定律 $B \propto \frac{I}{d}$ 有所差異。

二、由實驗二，溶液濃度越大，則磁場越大，磁場強度與溶液濃度呈正相關。

三、由實驗三，提供相同的電解電壓，所得到的磁場強度和電流大小皆為 KOH＞$Mg(NO_3)_2$＞$Sr(NO_3)_2$＞NH_4NO_3＞$NaNO_3$＞KNO_3，即電流越大，則產生的磁場強度越大。

四、由實驗四，在外加磁場下，電解電壓與電流大小呈正相關，電解質溶液導電時仍遵守歐姆定律。但是，外加磁場對於導電性的影響呈現不規律的變化，必須進一步再討論。

五、由實驗四，將所得的電流除以電解電壓得到溶液的導電度，而得到導電度與離子移動速率呈正相關。即離子移動速率越大，離子的導電度越大。並可知當外加磁場越大時，離子的移動速率會呈現更明顯的增加幅度。

六、由外線圈的電流強度來代表外加的磁場強度，可知外加磁場強度越大，則離子移動的速率越快。尤其當電解電壓越大時，離子移動的速率呈現更明顯的變化。

七、外加相同磁場下，溶液的濃度越大，在提供相同的電解電壓下，可得到較大的電流，則導電度越大。

八、當濃度在 0.6M 以下時，溶液的濃度越大，則離子移動速率越大。但是，當濃度接近 1 時，提供電壓使得離子的移動速率增加不明顯，有些數據顯示移動速率反而變小。濃度對於移動速率的影響必須進一步再探討。

九、進一步分析莫耳導電度和莫耳離子移動速率，去除濃度的因素，看出個別離子的導電度和移動速率的關係，由「離子總移動速率和濃度」與「總導電度和濃度」兩關係圖呈正相關；而「莫耳移動速率和濃度」與「莫耳導電度和濃度」兩關係圖呈負相關。由上兩圖可知，莫耳離子移動速率與莫耳導電度皆隨濃度增加而減少。

這是因為當溶液濃度增加時，雖然離子的總移動速率效應和總導電度增加，但是因為離子數目增加，離子與離子因為彼此作用力的緣故，當除以濃度換算得到莫耳離子移動速率與莫耳導電度時，莫耳離子移動速率與莫耳導電度皆隨濃度增加而減少。

十、總移動速率和總導電度呈正相關，導電度越大，總離子移動速率越大。濃度越大的溶液，

可得到離子總移動速率和導電度的曲線較小斜率，其總離子移動速率÷總導電度增加較少；另外莫耳移動速率和莫耳導電度亦成正相關，但是，濃度越小，莫耳離子移動速率和莫耳導電度的曲線得到較小斜率，得到相同的離子移動速率，具較大的導電度。

十一、在外加磁場下，各種離子溶液導電仍遵守歐姆定律，其關係曲線斜率表示導電度 $Sr(NO_3)_2 > NH_4NO_3 > Mg(NO_3)_2 > NaNO_3 > KNO_3$。$Sr(NO_3)_2$ 和 $Mg(NO_3)_2$ 屬於二價離子導電度高於其它種類物質，而 NH_4NO_3 導電度明顯高於其它一價離子。並進一步觀察離子移動速率和種類的關係圖，在外加磁場下，NH_4NO_3 的離子移動速率高於其它離子，故 NH_4NO_3 可能因此具較高的導電性。

柒、結論

經過我們努力的實驗後，我們發現以下幾點：

一、離子電流具有磁效應，其關係式 $B \propto \frac{I}{\sqrt[3]{d}}$，其中 I 爲電解質溶液電流，d 爲與電解質溶液管線距離。

二、溶液濃度越大，則磁場越大，磁場強度與溶液濃度成正相關。

三、離子導電時會受外在磁場作用而受力移動，但在外加磁場下，電解質溶液導電時仍遵守歐姆定律，而且由實驗看不出對溶液導電性明顯的影響。

四、電解質溶液中總離子移動速率、總離子導電度和溶液濃度呈正相關。

五、溶液濃度越大，由於離子間的作用力，會降低個別離子的移動速率和導電性。

六、未來方向

(一)可運用離子的移動速率來測定溶液的導電性和進一步瞭解兩者的關係。

(二)可進一步探討磁場變化對於電解質溶液電解或其它化學反應的影響和關係。

(三)本實驗已看見離子電流磁效應和離子運動在磁場中受力，想進一步探討離子是否具有電磁感應的現象，完整探討的離子與磁場的關係。

捌、參考資料

一、翰林出版社自然與生活科技領域編輯群（民 96）。國中自然與生活科技第一至四冊。翰林出版社。

二、陳怡君、許家碩、蘇耿民 (民 94)。離家出走的孩子。臺北市第 38 屆中小學科學展覽作品。臺北市。

三、蘇哲民、李云樸、王俊皓、林怡臻 (民 96)。來電指數－探討電解質溶液的導電性與其應用臺北市第 40 屆中小學科學展覽作品。臺北市。

四、劉裕瑋等人(民96)。由液生磁~探討電解質溶液中磁場的變化中華民國第46屆中小學科學展覽作品。彰化縣。

五、李浩任(民 92)。電解與磁場的秘密。台灣 2003 年國際科學展覽會化學科作品。高雄縣。

六、辜禹仁等(民 96)。磁場中的離子轉速—探討硫酸銅水溶液濃度與離子遷移速度關係。中華民國第 46 屆中小學科學展覽作品。新竹縣。

七、鍾昀勳(民93)。會旋轉的電解液。台灣2004年國際科學展覽會化學科作品。高雄縣。

【評語】031621

本作品探討電解質溶液通電時，電解質離子與外加磁場的作用情形。本作品研究電解質離子濃度、離子種類、及離子電荷等產生的磁場變化。本作品並將電解質溶液之容器設計爲圓形，容器外纏繞導線通電產生外加磁場，容器中通電後離子與外加磁場作用造成溶液轉動，以觀察離子與磁場作用現象。研究中得到離子磁效應定性關係式，並得到磁場強度與電流大小與電解質種類了順序。本研究作品具相當完整性，是一件相當不錯作品。本作品仍屬定性上之探討之範圍，也許未來可思考比較定量上的研究，如各電解質陰陽離子種類與電荷的磁效應大小等。