

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 物理科

最佳團隊合作獎

030112

穩定磁場中帶電離子的移動速率

學校名稱：金門縣立金城國民中學

作者： 國三 謝 寧 國三 許曉玫 國三 林瑜庭	指導老師： 周大成 許績川
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：磁場、電流、離子

穩定磁場中帶電離子的移動速率

摘要

帶電粒子在均勻磁場中的移動，會受到磁力的交互作用，藉以改變電解質的濃度、磁場強度以及電解液中的電流強度，溶液中的帶電粒子便會產生不同的移動速度，經由簡單的實驗設備，讓溶液中的電子受磁力作用進而偏轉，再去藉由所量測的時間以及圓周運動的圓周長藉以推算出電解質在磁場中的移動速率，推論出，當離子的移動速度越大以及外加的磁場越強，溶液中帶電粒子本身的因磁力所造成的向心力也就越大。且電解質溶液導電後，在不同濃度時測量其電壓及電流來討論電阻值與不同濃度間的變化關係

壹、 研究動機

在國中八年級自然課程有學過，溶液中如果有加電解質，導電後溶液中的離子便會移動形成電流。但國中九年段的時候又學到帶電的粒子在磁場中會受到磁力影響而移動，我們便想到是否能將兩者結合？藉著不同的電流，不同的磁場，不同的濃度來探索離子移動快慢的因素，因此便與老師共同協商研究，設計一些實驗，來加以驗證。

貳、 研究目的

- 一、 找出硫酸銅溶液在不同的濃度下，離子的移動速率。
- 二、 找出硫酸銅溶液在不同的磁場下，離子的移動速率及其所受到的向心加速度大小。
- 三、 找出硫酸銅溶液在不同的電流下，離子的移動速率及其所受到的向心加速度大小。
- 四、 找出硫酸銅溶液在不同的電壓下，電解質溶液的電阻大小。
- 五、 找出硫酸銅溶液在不同的濃度下，電解質溶液的電阻大小。

參、 研究設備及器材

硫酸銅溶液(CuSO_4)、直流電源供應器二台、天平、導線、1mm 漆包線、2mm 漆包線、安培計二台、伏特計一台、圓形塑膠容器的電解槽、銅棒、脫落的油漆粉末、熱熔膠。

肆、 研究過程及方法

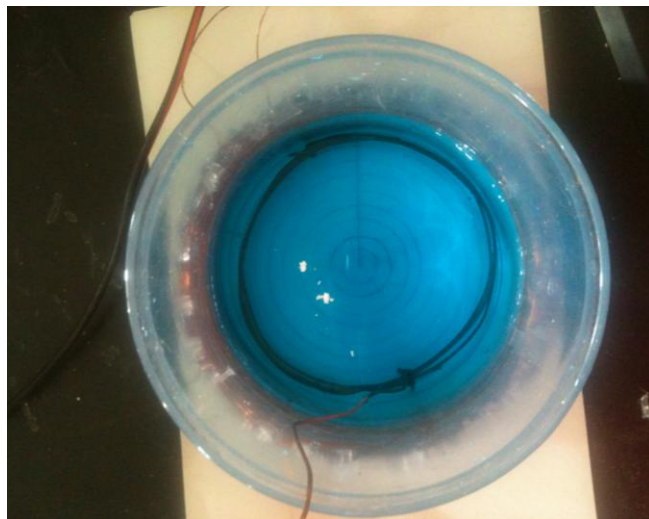
- 一、 實驗裝置
 - (一) 外部的線圈以漆包線纏繞透明塑膠容器 200 匝，藉由不同的電流提供穩定大小不同的磁場，線圈外部再用熱溶膠加以固定，以便將容器取出加以更換不同濃度的硫酸銅液體。
 - (二) 在白紙上以每隔半徑 0.5cm 畫出同心圓再加以標示出刻度藉以判讀旋轉半徑。



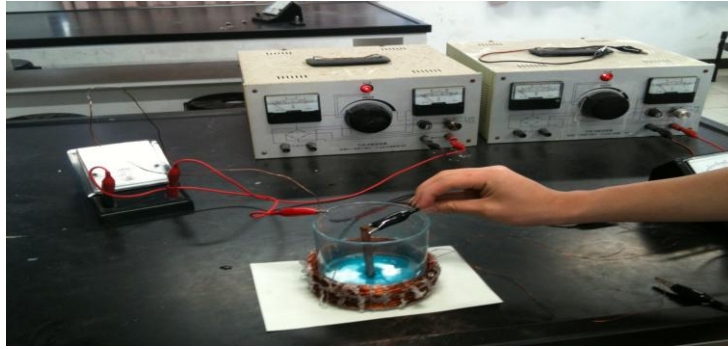
圖一. 線圈纏繞後以及觀察物體旋轉半徑的判讀器具

(三) 電解槽的裝置

1. 電解液中置放圓形線圈為正電極，圓心處置放銅棒為負電極並接上直流電源供應器並串聯接上安培計用來記錄電解液中的電流大小並連接上伏特計用來量測電解槽中內部電極的電壓大小。
2. 使用脫落的油漆粉末作為觀察標的物。
3. 外部的 200 匝線圈接上直流電源供應器並串聯接上安培計，藉以得知外部線圈的電流。



油漆粉末漂浮在硫酸銅上



實驗圖(1)



實驗圖(2)

- 二、改變電解質硫酸銅的濃度，探討不同濃度產生離子運動速度差異。
 - (一) 分別將不同濃度（0.1M~1M）的 100ml 硫酸銅水溶液倒入電解槽中。
 - (二) 插入電極（環形電極為正極、銅柱為負極）並通過 0.3A 的穩定電流。
 - (三) 置放懸浮物（脫落的白色油漆粉末）觀察其在穩定磁場中的旋轉半徑以及旋轉週期。
 - (四) 外部的線圈通過穩 5A 的電流，以提供穩定磁場。
 - (五) 每種濃度量完後更換溶液重複測量五次，所得出的 10 組數據再相互比較，探討在不同濃度下所造成的效應。

- 三、改變外部線圈的電流大小，探討在不同磁場下，帶電離子的旋轉速度。
 - (一) 將 0.5M、100ml 的硫酸銅溶液倒入到圓形透明塑膠電解槽中。
 - (二) 電解液中通過 3A 的穩定電流。
 - (三) 分別改變外部線圈的電流(1A、2A~10A)。
 - (四) 每次測量完畢後，更換電解液，以維持濃度。
 - (五) 紀錄外部線圈通過不同電流時，電解液上的懸浮物質旋轉半徑以及旋轉週期。

四、改變內部電極的電流大小，探討在不同電流大小時，帶電離子的旋轉速度。

- (一) 將 0.5M、100ml 的硫酸銅溶液倒入到圓形透明塑膠電解槽中。
- (二) 外部線圈通過 5A 的穩定電流。
- (三) 改變通過電解液的電流大小(0.1A、0.2A~1.0A)
- (四) 每次測量完畢後，更換電解液，以維持濃度。
- (五) 每次測量後清洗電極
- (六) 紀錄電解液在通過不同電流時，電解液上的懸浮物質旋轉半徑以及旋轉週期。

五、改變內部電極的電壓值，測量電流大小，探討在不同電壓時，電解質溶液的電阻值。

- (一) 取 0.5M 的 CuSO_4 溶液，將內部電極的電壓逐次改變(1、2~10V)，測量其對應的電流大小
- (二) 藉由電壓及電流大小，計算其電阻值

六、改變電解質硫酸銅的濃度，探討在不同濃度時，電解質溶液的電阻值的變化情形。

- (一) 提供電解槽中內部線圈電流 0.3A，測量 CuSO_4 溶液在濃度(0.1、0.2~1.0M)下的電壓大小，藉以計算在不同濃度時， CuSO_4 溶液的電阻值。
- (二) 提供電解槽中內部線圈電壓 5V，測量 CuSO_4 溶液在濃度(0.1、0.2~1.0M)下的電流大小，藉以計算在不同濃度時， CuSO_4 溶液的電阻值。

伍、研究結果

一、改變電解質硫酸銅的濃度，探討不同濃度產生離子運動速率的差異。

溫度：22 度 外部線圈電流：5A 內部電極電流 3A

(1) CuSO_4 溶液濃度：0.1M

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.5	2.4	2.6	2.6
轉動週期(s)	28.1	28.0	27.1	29	29.5
轉動速率	0.560	0.561	0.556	0.563	0.554

五次速率平均：0.559 cm/s

(2) CuSO_4 溶液濃度：0.2M

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.3	2	2.4	2.5	2.6
轉動週期(s)	28.1	25.6	29.4	32.7	32.1
轉動速率	0.514	0.491	0.513	0.480	0.509

五次速率平均：0.501 cm/s

(3) CuSO₄ 溶液濃度： 0.3M

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.4	2.4	2.6	2.6
轉動週期(s)	31	29.4	29.7	32.3	32.7
轉動速率	0.507	0.513	0.508	0.506	0.500

五次速率平均：0.507 cm/s

(4) CuSO₄ 溶液濃度： 0.4M

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.4	2.4	2.6	2.6
轉動週期(s)	28	27.4	28.3	29.4	29.8
轉動速率	0.561	0.550	0.533	0.556	0.548

五次速率平均：0.550 cm/s

(5) CuSO₄ 溶液濃度： 0.5M

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.0	2.4	2.4	2.6	2.3
轉動週期(s)	19.5	24.7	24.2	25.4	22.5
轉動速率(cm/s)	0.644	0.611	0.623	0.643	0.642

五次速率平均：0.632 cm/s

(6) CuSO₄ 溶液濃度： 0.6M

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.4	2.4	2.2	2.3
轉動週期(s)	29.8	26.7	25.8	23.8	25.6
轉動速率(cm/s)	0.527	0.564	0.584	0.580	0.564

五次速率平均：0.563cm/s

(7) CuSO₄ 溶液濃度： 0.7M

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.4	2.6	2.2	2.3
轉動週期(s)	26.9	25.1	27.7	23.6	26.2
轉動速率(cm/s)	0.584	0.600	0.590	0.586	0.552

五次速率平均：0.582cm/s

(8) CuSO₄ 溶液濃度： 0.8M

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.0	2.4	2.6	2.4	2.3
轉動週期(s)	21.0	24.8	26.7	25.2	24.2
轉動速率(cm/s)	0.598	0.608	0.612	0.598	0.597

五次速率平均：0.603cm/s

(9) CuSO₄ 溶液濃度： 0.9M

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.3	2.4	2.5	2.4	2.6
轉動週期(s)	22.4	23.8	24.7	23.2	26.2
轉動速率(cm/s)	0.645	0.634	0.636	0.650	0.623

五次速率平均：0.640cm/s

(10) CuSO₄ 溶液濃度： 1.0M

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.0	2.2	2.5	2.4	2.3
轉動週期(s)	18.9	23.8	25.2	23.8	23.8
轉動速率(cm/s)	0.665	0.580	0.623	0.634	0.607

五次速率平均：0.622cm/s

二、改變外部線圈的電流大小，探討在不同磁場下，帶電離子的旋轉速率。

溫度：22.2 度 硫酸銅濃度：0.5M 內部電極電流：0.3A

(1) 外部線圈電流 1A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.2	2.3	2.5	2.4	2.3
轉動週期(s)	63.6	63.4	73.1	67.9	65.8
轉動速率(cm/s)	0.217	0.228	0.215	0.222	0.219
向心加速度(cm/s ²)	0.021	0.023	0.018	0.021	0.021

平均轉動速率：0.220 cm/s

平均向心加速度：0.021 cm/s²

(2) 外部線圈電流 2A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.2	2.2	2.5	2.4	2.1
轉動週期(s)	40.2	38.0	41.8	38.6	35.8
轉動速率(cm/s)	0.343	0.364	0.376	0.381	0.369
向心加速度(cm/s^2)	0.053	0.060	0.057	0.060	0.065

平均轉動速率：0.367 cm/s

平均向心加速度：0.059 cm/s^2

(3) 外部線圈電流 3A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.2	2.5	2.4	2.2
轉動週期(s)	29.4	25.1	27.7	27.5	24.6
轉動速率(cm/s)	0.534	0.551	0.567	0.548	0.562
向心加速度(cm/s^2)	0.114	0.138	0.129	0.125	0.144

平均轉動速率：0.552 m/s

平均向心加速度：0.130 cm/s^2

(4) 外部線圈電流 4A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.2	2.2	2.5	2.4	2.1
轉動週期(s)	21.7	20.9	23.0	22.4	20.4
轉動速率(cm/s)	0.637	0.661	0.683	0.675	0.647
向心加速度(cm/s^2)	0.184	0.199	0.187	0.190	0.199

平均轉動速率：0.663 cm/s

平均向心加速度：0.192 cm/s^2

(5) 外部線圈電流 5A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.2	2.4	2.4	2.2
轉動週期(s)	18.5	15.0	16.8	16.6	15.4
轉動速率(cm/s)	0.849	0.922	0.898	0.909	0.898
向心加速度(cm/s^2)	0.288	0.386	0.336	0.344	0.367

平均轉動速率：0.917 cm/s

平均向心加速度：0.344 cm/s^2

(6) 外部線圈電流 6A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.2	2.5	2.0	2.4
轉動週期(s)	14.0	11.4	13.6	10.5	12.0
轉動速率(cm/s)	1.122	1.213	1.155	1.197	1.257
向心加速度(cm/s^2)	0.504	0.669	0.534	0.716	0.658

平均轉動速率：1.189cm/s

平均向心加速度：0.616 cm/s^2

(7) 外部線圈電流 7A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.6	2.5	2.4	2.1
轉動週期(s)	10.4	9.4	9.8	8.9	8.3
轉動速率(cm/s)	1.510	1.738	1.602	1.621	1.590
向心加速度(cm/s^2)	0.912	1.162	1.027	1.095	1.204

平均轉動速率：1.612cm/s

平均向心加速度：1.080 cm/s^2

(8) 外部線圈電流 8A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.3	2.2	2.5	2.0	2.6
轉動週期(s)	8.1	7.5	8.9	7.1	8.5
轉動速率(cm/s)	1.784	1.843	1.765	1.770	1.922
向心加速度(cm/s^2)	1.384	1.544	1.246	1.566	1.421

平均轉動速率：1.817cm/s

平均向心加速度：1.432 cm/s^2

(9) 外部線圈電流 9A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.2	2.4	2.5	2.6	2.2
轉動週期(s)	6.8	7.5	7.9	8.1	6.6
轉動速率(cm/s)	2.032	2.010	1.998	2.017	2.094
向心加速度(cm/s^2)	1.877	1.683	1.597	1.565	1.993

平均轉動速率：2.070cm/s

平均向心加速度：1.743 cm/s^2

(10) 外部線圈電流 10A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.4	2.3	2.5	2.0	2.5
轉動週期(s)	6.4	6.1	6.9	5.3	6.6
轉動速率(cm/s)	2.356	2.370	2.277	2.371	2.380
向心加速度(cm/s ²)	2.313	2.442	2.074	2.811	2.266

平均轉動速率：2.351 cm/s

平均向心加速度：2.375 cm/s²

三、 改變內部電極的電流大小，探討在不同電流大小時，帶電離子的旋轉速度。

溫度：22 度 外部線圈電流：5A 硫酸銅濃度：0.5M

(1) 內部電極電流：0.1A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.3	2.5	2.0	2.6
轉動週期(s)	43.2	36.1	42.5	33.0	43.5
轉動速率(cm/s)	0.3636	0.4003	0.3696	0.3807	0.3755
向心加速度(cm/s ²)	0.053	0.070	0.055	0.072	0.054

平均轉動速率：0.378 cm/s

平均向心加速度：0.061 cm/s²

(2) 內部電極電流：0.2A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.3	2.1	2.6	2.2
轉動週期(s)	27.3	23.2	21.6	27.4	22.9
轉動速率(cm/s)	0.575	0.623	0.611	0.596	0.604
向心加速度(cm/s ²)	0.132	0.169	0.178	0.137	0.166

平均轉動速率：0.602cm/s

平均向心加速度：0.156 cm/s²

(3) 內部電極電流：0.3A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.2	2.3	2.5	2.0	2.5
轉動週期(s)	15.1	15.8	17.2	13.4	16.9
轉動速率(cm/s)	0.915	0.914	0.913	0.938	0.929
向心加速度(cm/s ²)	0.680	0.616	0.575	0.759	0.602

平均轉動速率：0.922cm/s

平均向心加速度：0.646 cm/s²

(4) 內部電極電流：0.4A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.2	2.4	2.5	2.0	2.5
轉動週期(s)	11.3	12.4	13.1	10.2	12.8
轉動速率(cm/s)	1.223	1.216	1.199	1.232	1.227
向心加速度(cm/s^2)	0.680	0.616	0.575	0.759	0.602

平均轉動速率：1.219cm/s

平均向心加速度：0.646 cm/s^2

(5) 內部電極電流：0.5A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.3	2.5	2.0	2.4
轉動週期(s)	9.1	8.1	8.9	7.6	8.4
轉動速率(cm/s)	1.726	1.784	1.765	1.653	1.795
向心加速度(cm/s^2)	1.192	1.384	1.246	1.366	1.343

平均轉動速率：1.764cm/s

平均向心加速度：1.306 cm/s^2

(6) 內部電極電流：0.6A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.6	2.2	2.0	2.5
轉動週期(s)	7.4	7.5	6.3	5.8	7.4
轉動速率(cm/s)	2.122	2.178	2.194	2.167	2.122
向心加速度(cm/s^2)	1.801	1.824	2.188	2.348	1.801

平均轉動速率：2.159cm/s

平均向心加速度：1.992 cm/s^2

(7) 內部電極電流：0.7A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.4	2.3	2.5	2.0	2.2
轉動週期(s)	6.2	5.8	6.6	5.2	5.4
轉動速率(cm/s)	2.432	2.492	2.417	2.417	2.560
向心加速度(cm/s^2)	2.464	2.700	2.337	2.921	2.979

平均轉動速率：2.424cm/s

平均向心加速度：2.682 cm/s^2

(8) 內部電極電流：0.8A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.5	2.3	2.5	2.0	2.5
轉動週期(s)	6.1	5.4	6.0	4.8	5.9
轉動速率(cm/s)	2.575	2.676	2.618	2.618	2.662
向心加速度(cm/s ²)	2.652	3.113	2.742	3.427	2.834

平均轉動速率：2.630cm/s

平均向心加速度：2.953 cm/s²

(9) 內部電極電流：0.9A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.6	2.3	2.5	2.0	2.4
轉動週期(s)	6.1	5.4	5.8	4.6	5.2
轉動速率(cm/s)	2.678	2.676	2.708	2.732	2.900
向心加速度(cm/s ²)	2.758	3.113	2.933	3.732	3.504

平均轉動速率：2.738cm/s

平均向心加速度：3.228 cm/s²

(10) 內部電極電流：1.0A

實驗次數	一	二	三	四	五
旋轉半徑(cm)	2.6	2.6	2.4	2.0	2.5
轉動週期(s)	5.3	5.4	5.1	4.3	4.8
轉動速率(cm/s)	3.082	3.025	2.957	2.922	3.272
向心加速度(cm/s ²)	3.653	3.519	3.643	4.270	4.283

平均轉動速率：3.052cm/s

平均向心加速度：3.874 cm/s²

四、改變內部電極的電壓大小，探討在不同電壓時，電解質溶液的電阻值。

溫度：22 度 硫酸銅濃度：0.5M

內電極電壓(V)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
內電流(A)	0.11	0.27	0.44	0.56	0.72	0.90	1.00	1.3	1.38	1.41
電阻值(Ω)	9.09	7.41	6.82	7.14	6.94	6.67	7.00	6.15	6.52	7.09

五、改變電解質硫酸銅的濃度，探討在不同濃度大小時，電解質溶液的電阻值的變化情形。

(1) 溫度：22 度 外部線圈電流：0.5A 內部線圈電流：0.3A

CuSO ₄ 濃度(M)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
電壓(V)	10.30	6.08	4.50	3.16	2.44	1.91	1.81	1.52	1.39	1.35
電阻(Ω)	34.30	20.27	15.00	10.53	8.13	6.37	6.03	5.07	4.63	4.50

(2) 溫度：22 度 外部線圈電流：0.5A 電壓:5V

CuSO ₄ 濃度(M)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
電流(A)	0.14	0.26	0.35	0.46	0.63	0.77	0.84	0.96	1.09	1.12
電阻(Ω)	35.71	19.23	14.29	10.87	7.94	6.49	5.95	5.21	4.59	4.46

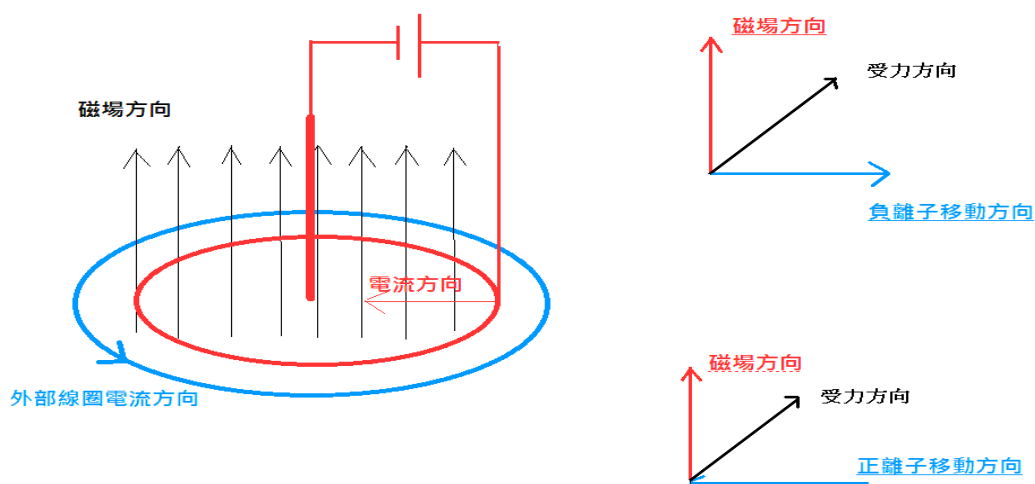
陸、 分析與討論

一、 實驗原理

本次實驗中，我們利用環形銅線為正電極，中央的銅柱為負極，通電後正離子會往中央圓心的銅柱移動，負離子則由中央圓心的銅柱往四周圍的銅製圓環移動，不論是正離子或負離子，移動過程中皆會受到外部線圈造成的均勻磁場而受力，此種受力會變成向心力提供離子不斷的旋轉，且此力與恆與離子的運動方向垂直，不會對離子做功，形成以中央銅柱為圓心的圓週運動，提供圓周運動的向心力即為勞倫茲力。。

$$\text{勞倫茲力 } F = qvB = m \frac{v^2}{R}$$

利用脫落的油漆粉末為浮標，測量其旋轉週期及旋轉半徑，可以推算出離子旋轉的速度，更可以藉此推算出浮標旋轉時所受到的向心加速度。

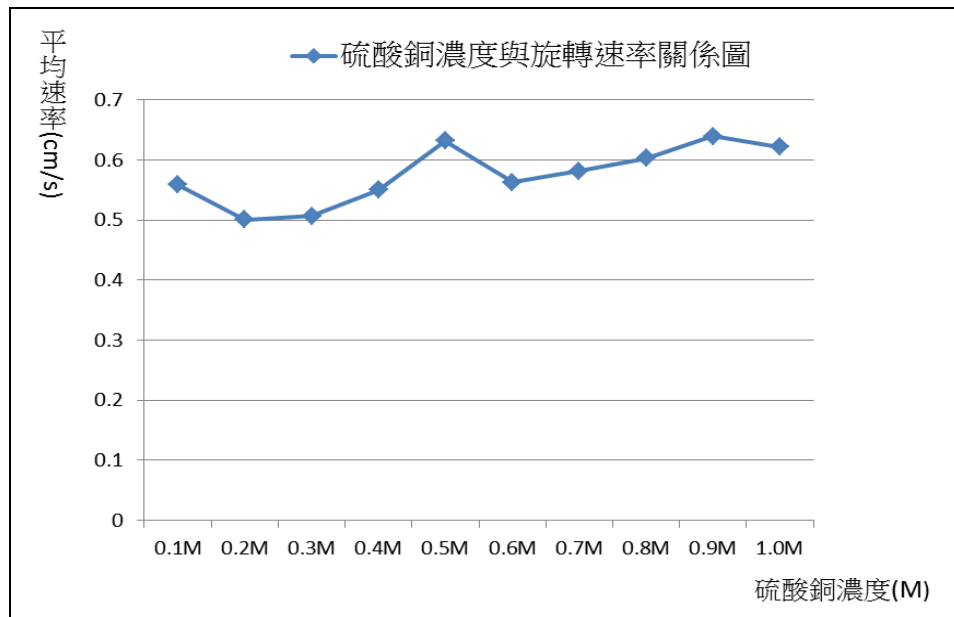


二、改變電解質硫酸銅的濃度時(0.1~1.0M)

此時我們將外部的線圈通過 5A 的電流以提供穩定的磁場，內部的電極則通過 0.3A 的電流，經由數據中我們可以發現：

表一

硫酸銅濃度	0.1M	0.2M	0.3M	0.4M	0.5M	0.6M	0.7M	0.8M	0.9M	1.0M
旋轉速率 (cm/s)	0.559	0.501	0.507	0.550	0.632	0.563	0.582	0.603	0.640	0.622



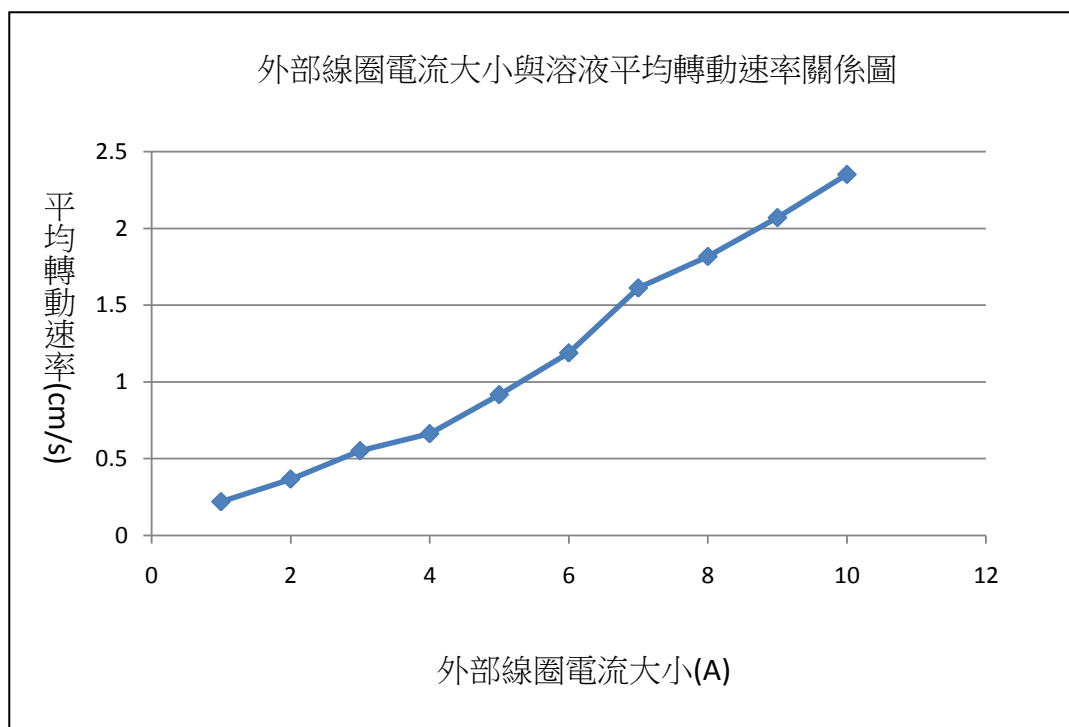
圖一

從以上兩個圖表中可以發現，在固定電極電流大小的情況下，增加硫酸銅的濃度，並不會讓整體溶液的轉動速率有明顯的增加。

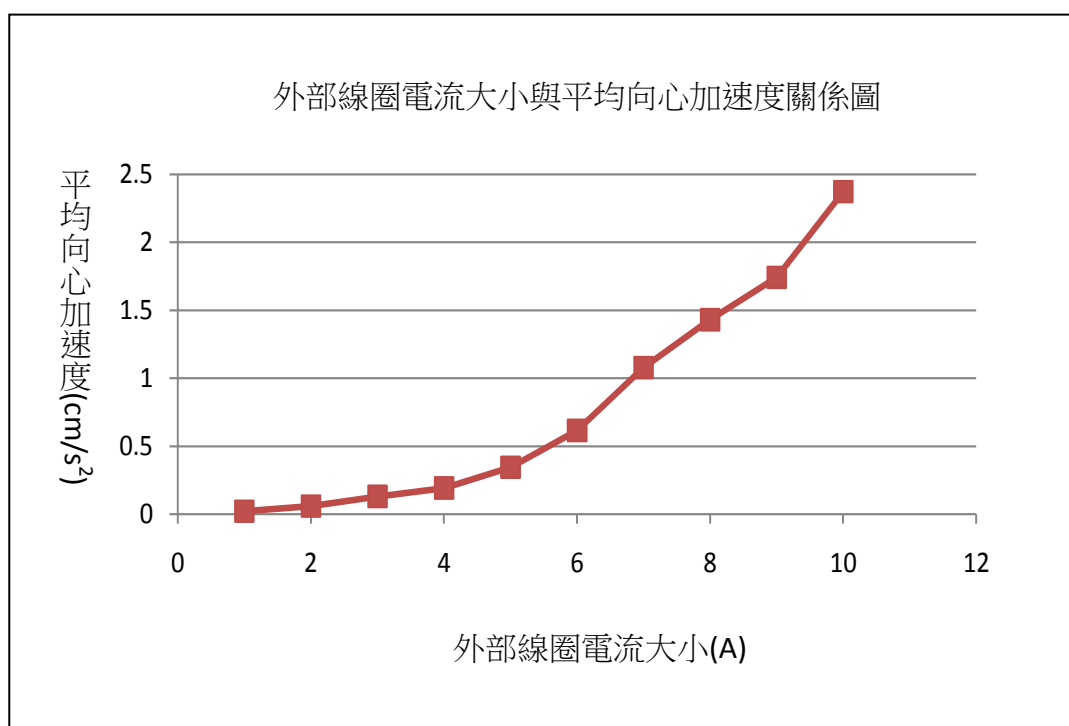
三、改變外部線圈的電流大小，探討在不同磁場下，帶電離子的旋轉速率。 硫酸銅濃度 0.5M 內部電極電流 0.3A

表二

外線圈電流 (A)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
平均轉動速率 (cm/s)	0.220	0.367	0.552	0.663	0.917	1.189	1.612	1.817	2.070	2.351
平均向心加速 度(cm/s ²)	0.021	0.059	0.130	0.192	0.344	0.616	1.080	1.432	1.743	2.375



圖二



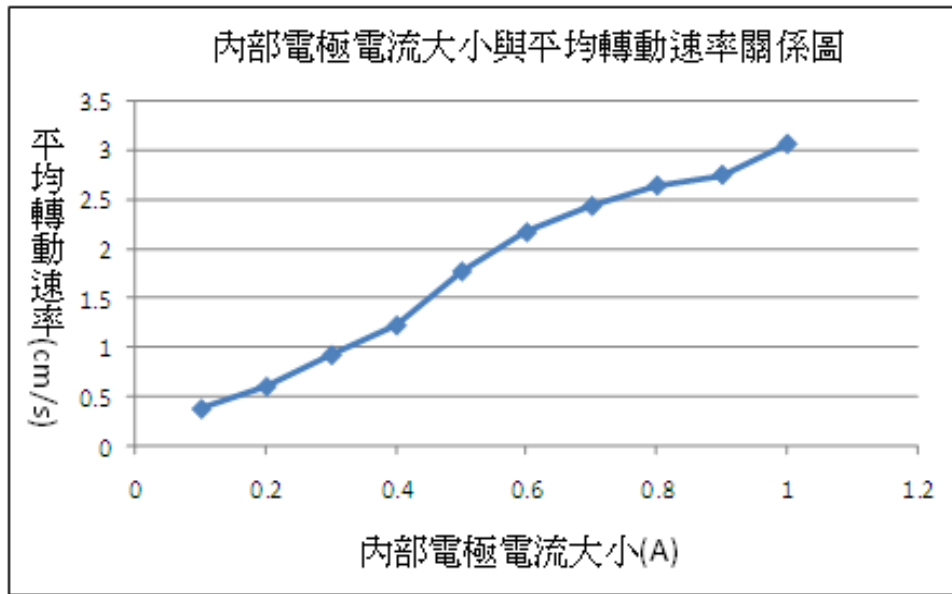
圖三

由圖二 及圖三 可以看出，在逐次增加外部線圈電流的情況下，硫酸銅容易中離子的轉動速率以及平均的向心加速度都會有很明顯的增加，這與我們的推論是相互符合的。

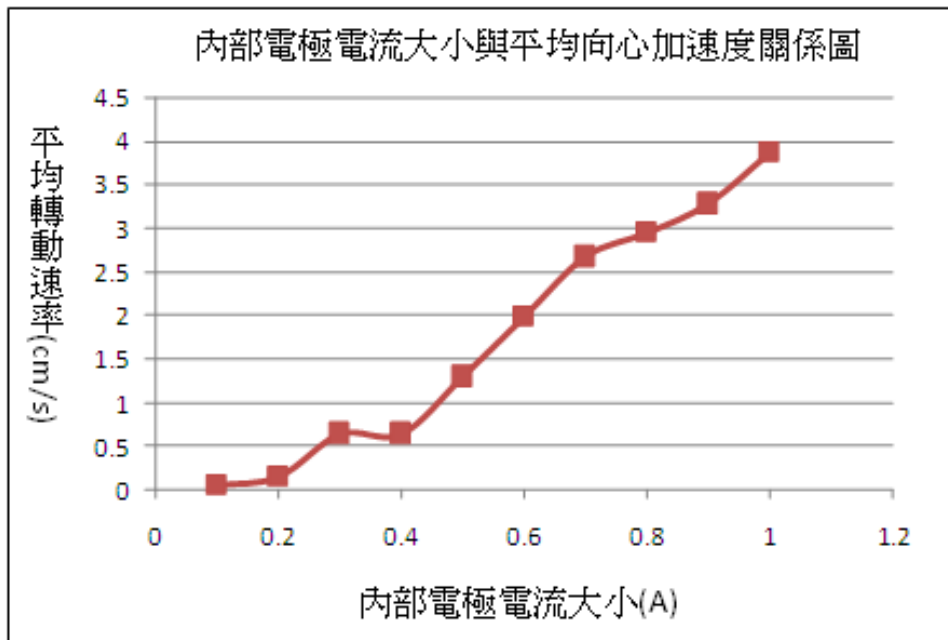
四、 改變內部電極的電流大小，探討在不同電流大小時，帶電離子的旋轉速率。
 硫酸銅濃度 0.5M 外線圈電流 5A

表三

內部電極電流大小(A)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
平均轉動速率(cm/s)	0.378	0.602	0.922	1.219	1.764	2.159	2.424	2.630	2.738	3.052
平均向心加速度(cm/s^2)	0.061	0.156	0.646	0.646	1.306	1.992	2.682	2.953	3.288	3.874

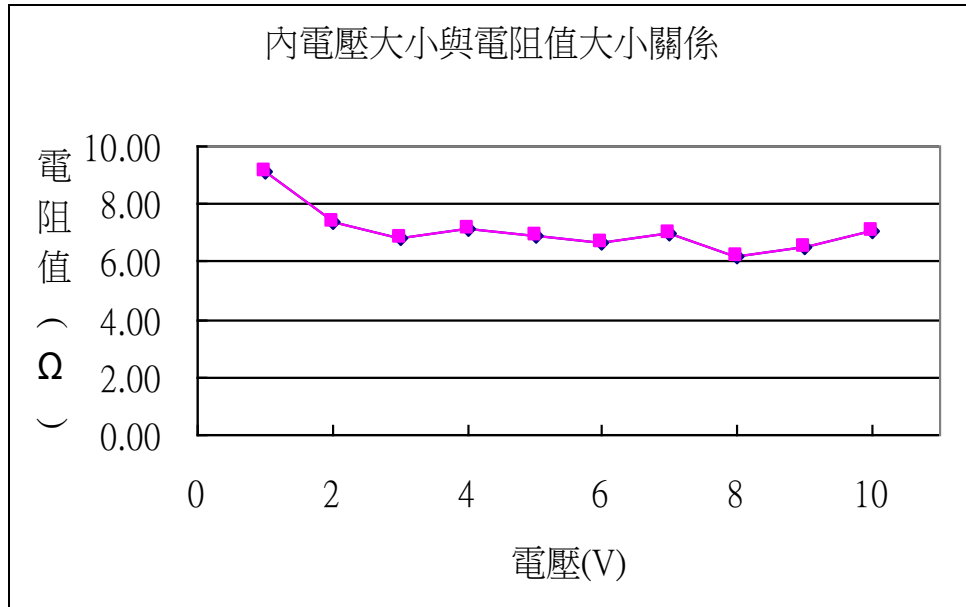


圖四



圖五

由上頁表三、圖四 及圖五 可以得知，再增加硫酸銅電極電流的情況下，離子的轉動速率以及平均向心加速度兩者都會隨著電極的電流而增加，因為溶液的濃度是為 0.5M，當電流越大離子必須以更快速移動才能生成較大的電流，當離子以較快的速率移動，在磁場的效應下也生成更大的勞倫茲力提供為向心加速度，這實驗的結果與我們的推論相互符合。

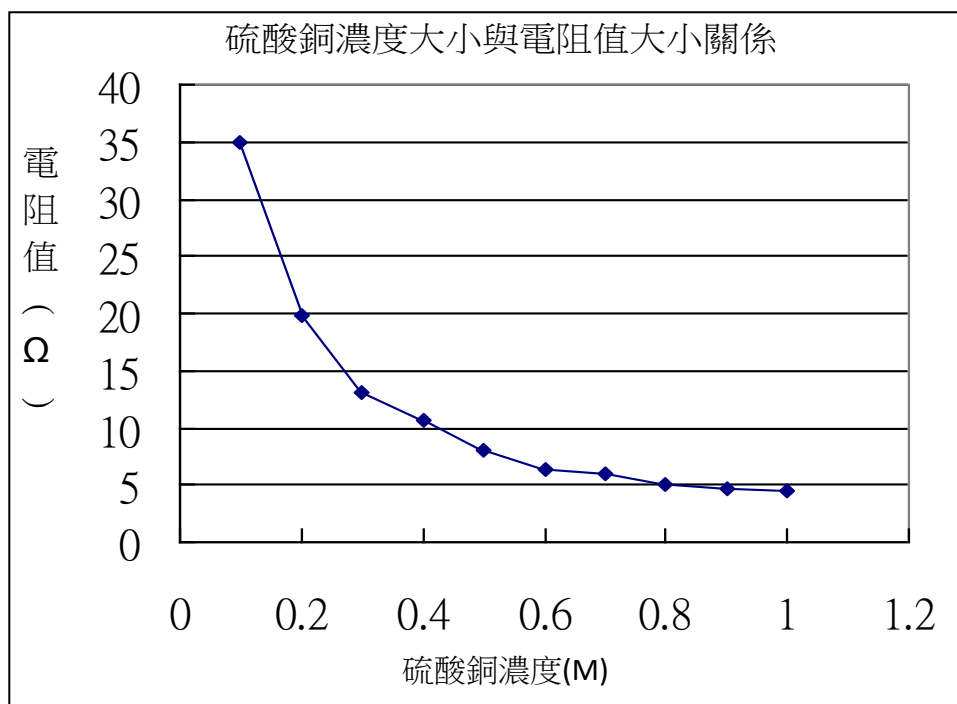


圖六

由圖六 可以得知，硫酸銅溶液在相同濃度溶液時，將電壓加大，但電阻值卻不隨著電壓的增加而有明顯的改變。

表四.

CuSO ₄ 濃度(M)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
平均電阻(Ω)	35.01	19.75	13.15	10.70	8.05	6.43	5.99	5.14	4.61	4.48



圖七

由表四 以及圖七 我們可以得知，硫酸銅溶液的濃度在 0.1~0.5M 之間電阻值大小會隨溶液濃度增加而明顯變小。但濃度在 0.6~1.0M 之間電阻值卻沒明顯的變化。我們判斷硫酸銅溶液的濃度在 0.1~0.5M 之間時，因溶液中帶電粒子數量的增加而使導電性增加；濃度在 0.6~1.0M 之間時，雖然濃度增加，卻也增加了離子間的相互作用力使得離子的運動受到較大的阻礙，致使其導電性沒有明顯的增加。而我們之所以做兩次實驗，是為了確保實驗的準確性，實驗完畢後我們則取其平均值來加以討論。

柒、結論

- 一、這實驗中，為了找到能夠懸浮在溶液上跟著轉動的物質，本來打算要用鐵粉、鋁粉，但實驗發現效果並不是很明顯，剛好實驗教室中有脫落的油漆粉末，此粉末既不溶於水且比水密度還小，會浮在水面上跟著溶液旋轉，讓我們親眼體會到離子的轉動。
- 二、藉由改變外加磁場的大小以及改變內部電極電流的大小都能使離子轉動的速率、向心加速度增加。
- 三、我們藉由改變濃度的的情況下來討論溶液的導電性變化。當硫酸銅濃度較稀時，增加濃度，因離子數量的增加使得溶液的導電性有顯著的上升；當硫酸銅濃度較高時離子數量過多，因離子間的相互作用力反而使得溶液導電性沒有明顯的增加。
- 四、本次實驗所使用的脫落的油漆粉末質量太小難以用天平測量，且每次使用的質量都不一樣，無法再深入探討向心力的數值。
- 五、如果可以進一步固定油漆粉末的旋轉半徑，應該可以再更加深討論。

捌、參考資料

- (一) 金門縣科學教育活動專輯
- (二) 國中自然與生活科技康軒版第三冊、第六冊
- (三) 物理實驗大全（中）徐氏基金會

【評語】 030112

1. 本作品探討磁場中電離子移動現象，同學能系統化改變濃度、磁場、電流等參數變因，得到歸納性結果。
2. 建議從事科展前應研閱相關先前作品與文獻，並對相關物理原理瞭解，並據以深入分析探討，期使結果有創新及進步性。