

嘉義縣第 52 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別： 物理科

組 別： 國中組

作品名稱： 振振有磁

關鍵詞： 磁力、溫度、振動

目錄

摘要

壹、 研究動機

貳、 研究目的

參、 研究設備與器材

肆、 研究過程或方法

伍、 研究結果

陸、 討論

柒、 結論

捌、 參考資料及其他

摘要

首先將磁鐵加熱到不同溫度並觀察其磁力的變化，分析實驗的數據後，發現磁力會隨著溫度的升高而減弱，接著待磁鐵的溫度下降後，測試其磁力回復的情形，結果回到常溫的磁鐵只有小幅度的回復。最後將排列好的小磁鐵振散，發現不出幾秒就找不出規律，但時間一長，就慢慢的有方向不同的磁區產生，且不容易被振開。

壹、 研究動機

- 一、在學完國三下”生活中的電與磁”單元後，對於”磁”還是有些不解的我們，對這個神秘又有趣的領域，為了滿足好奇心以及新知識，我們決定展開一連串有關磁的探討以及實驗。
- 二、做完一連串的實驗和討論之後，我們發現，磁力會隨著溫度的提升而逐漸降低，我們不禁開始懷疑，不同材質的磁鐵是否也會有溫度上的變化呢?於是我們展開了第二階段的研究。
- 三、隨著研究的進行，我們不禁開始使懷疑磁鐵之所以具有磁性的原因和充磁的方法，於是我們開始收集磁鐵和喇叭，搭建了一個簡單的振動器，開始了一連串振動的實驗。

貳、 研究目的

- 一、為了探討磁力的大小與溫度的關係，我們將磁鐵提高溫度並以其吸附的鐵粉數量，比較在不同溫度中磁力的變化，希望能藉由這些實驗更進一步的了解”磁”的特性。
- 二、對於這次的研究，我們模擬及探討磁性物質中無數小磁鐵排列的方式以及形成的磁區，並用振動來模擬物體加熱後所增加的能量，希望能藉由實驗更進一步的了解磁的特性。

參、 研究設備及器材

- 一、 40 顆圓柱體磁鐵(規格:直徑 8m m 高 8m m)、鐵粉、熱電耦、酒精燈、三角架、陶瓷纖維網、電子磅秤、大燒杯(500m l)、小燒杯(100m l)



- 二、 54 顆長方體磁鐵(10m m X 30m m 鐵磁鐵)、熱電耦、鐵粉、高溫爐、電子磅秤、電熱板



- 三、 訊號產生器(Function Generator)(型號 GFG -8019G)、擴大機、喇叭 8 吋、鐵磁鐵 (10m m X 2m m)100 顆、超輕土一包、安培計

肆、 研究過程或方法

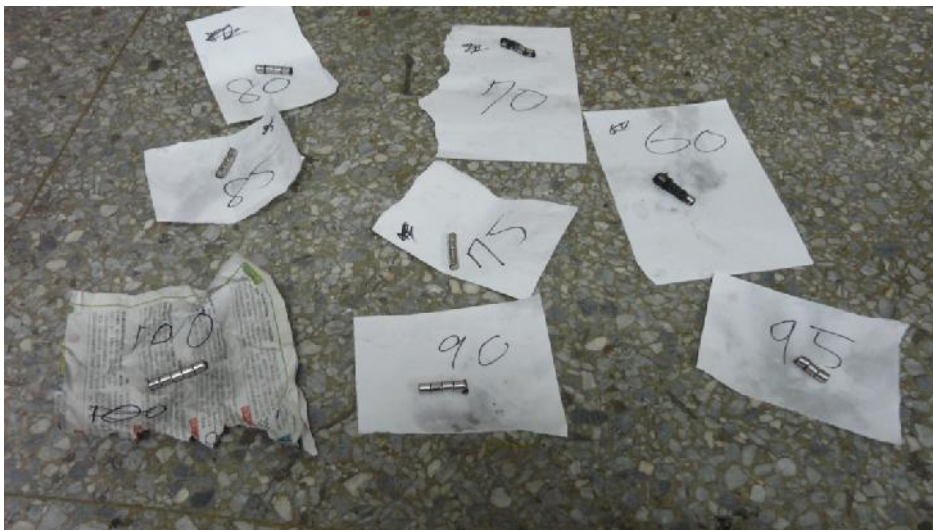
一、 磁鐵加熱後所吸附鐵粉重量變化

- (一)、 將五顆磁鐵置入小燒杯中，再放入盛水的大燒杯裡(為了減少磁鐵因與水接觸而造成生鏽等可能造成實驗誤差的變因)，並以酒精燈加熱，此一動作可避免磁鐵發生不均勻受熱的情形，接著以熱電耦測量磁鐵的溫度，在磁鐵達到欲測之溫度時立刻將其取出並丟入鋪滿鐵粉的容器之中，使其充分的與鐵粉接觸並吸附，再以電子磅秤秤量其重量，再扣除紙張和磁鐵本身的重量，剩下的便是鐵粉的重量了。之後再將五顆磁鐵所吸附鐵粉量做一個平均的動作，以減少實驗產生誤差。



二、 磁鐵回溫後所吸附鐵粉重量變化

- (一)、 測量完其所吸附的鐵粉重後磁鐵先放至一旁，待其冷卻後再放入鋪滿鐵粉的容器中，再重複實驗一所作的流程，並加以觀察溫度對磁力所造成的變化是否具有回復性以及其回復程度。



三、 由上列的數據中，我們發現稀土磁鐵(釹鐵硼磁鐵)的磁性會隨著溫度的提高而逐漸減弱，但是其他材質的磁鐵呢？於是我們準備了鐵磁製的磁鐵並比較其磁性與溫度的關係。



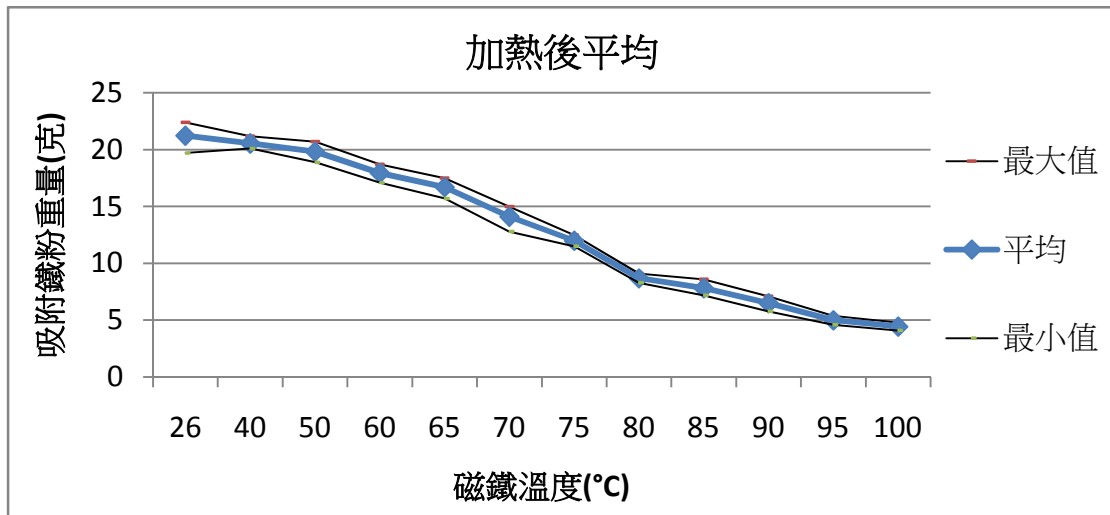
四、 我們將 100 顆 10mm X 2mm 的磁鐵以超輕土包覆，再以強力磁鐵引導，使其指北以及指南極都朝向同一個方向，來模擬微觀一個磁鐵內部的不同小磁鐵的分布情形；再以喇叭振動提供能量來模擬磁鐵受熱的情形。



伍、 研究結果

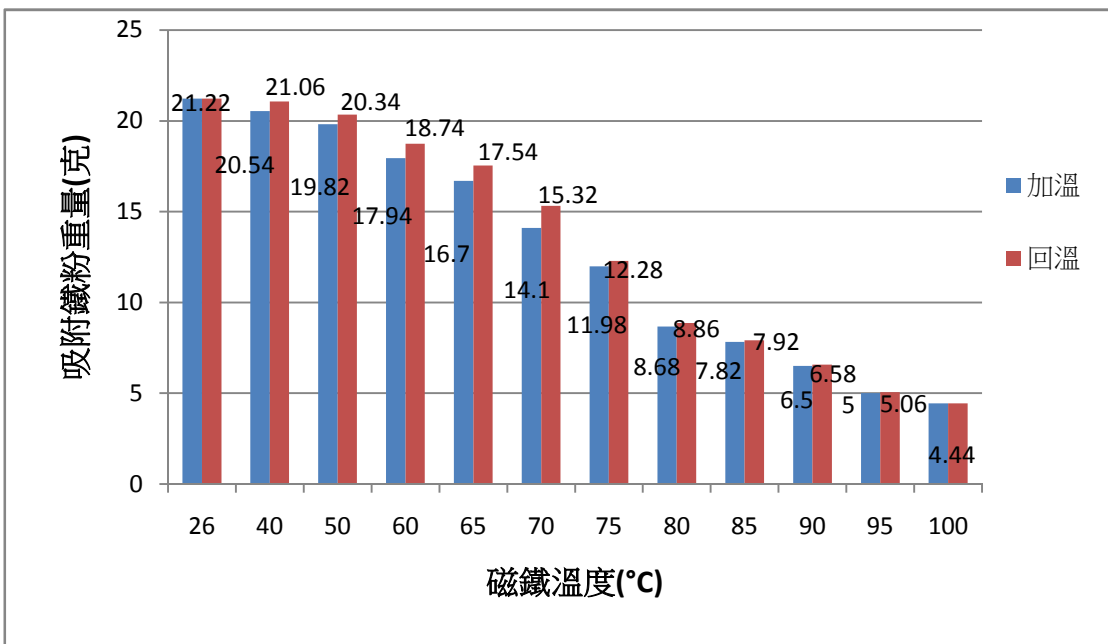
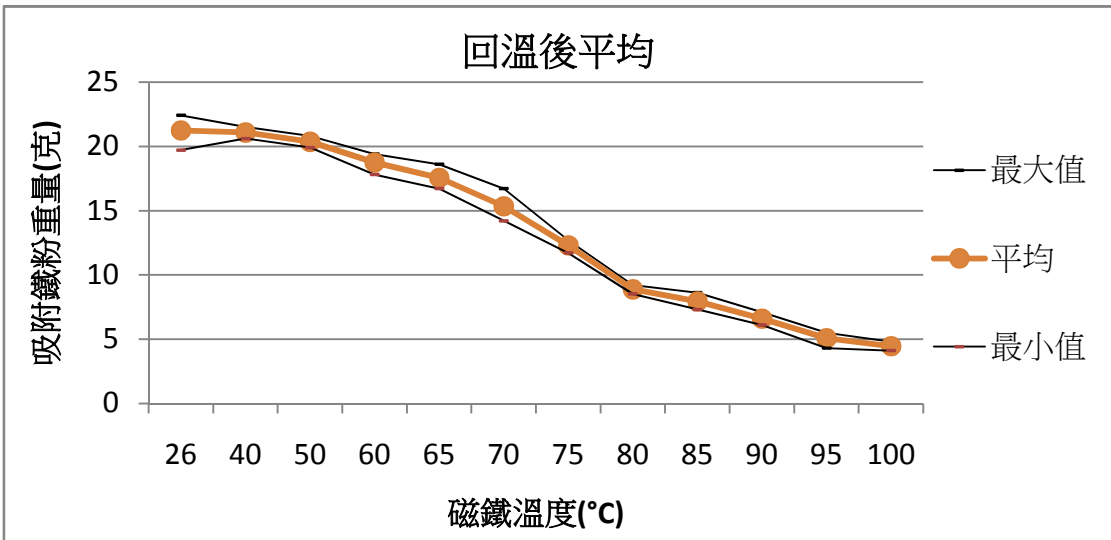
一、我們將五次紀錄的結果記錄下來，加以平均並且製成圖表；從圖表中我們可以，發現隨著溫度的上升，磁鐵所能吸附的磁鐵重量也隨著遞減，且在溫度達到 70℃ 時，所吸附的鐵粉重量明顯下降，當溫度達到 100℃ 時更是只有常溫下所吸附重量的五分之一。

	26	40	50	60	65	70	75	80	85	90	95	100
磁鐵 1	20.9	20.1	19.3	18.5	17.1	12.8	11.5	8.8	7.2	5.8	5.4	4.6
磁鐵 2	22.4	21.2	20.3	17.6	16.3	13.5	11.7	9.1	8.6	6.3	4.7	4.1
磁鐵 3	21.5	20.5	19.9	18.7	17.5	14.7	12.1	8.5	7.6	6.5	4.6	4.5
磁鐵 4	19.7	20.7	18.9	17.8	16.9	15	12.5	8.3	7.9	7.1	5.2	4.2
磁鐵 5	21.6	20.2	20.7	17.1	15.7	14.5	12.1	8.7	7.8	6.8	5.1	4.8
平均	21.22	20.54	19.82	17.94	16.7	14.1	11.98	8.68	7.82	6.5	5	4.44
最大值	22.4	21.2	20.7	18.7	17.5	15	12.5	9.1	8.6	7.1	5.4	4.8
最小值	19.7	20.1	18.9	17.1	15.7	12.8	11.5	8.3	7.2	5.8	4.6	4.1



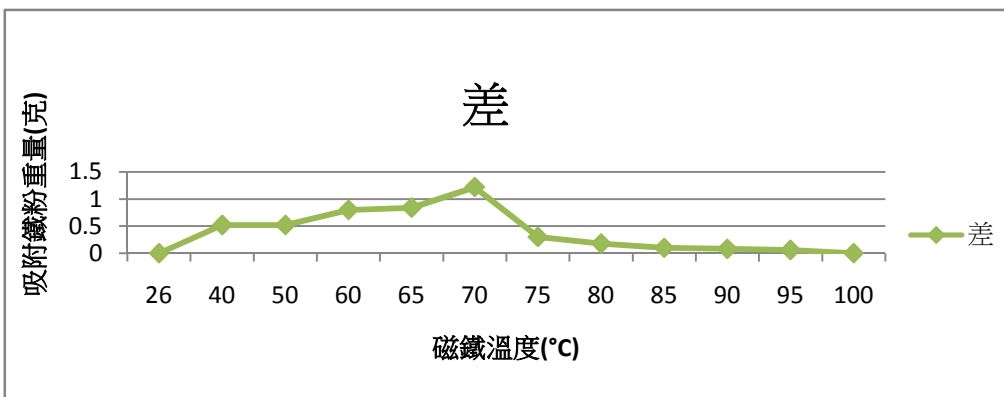
二、我們將磁鐵靜置一段時間冷卻後，再將它們放入鐵粉中，做第二次的測量，我們可以從下列兩個表格中發現，當溫度尚未達到 70℃ 的磁鐵都有一定幅度的恢復磁性，而溫度被加熱到超過 85℃ 的磁鐵，則沒有很明顯的甚至沒有恢復磁性。

	26	40	50	60	65	70	75	80	85	90	95	100
磁鐵 1	20.9	21.2	20.6	18.9	17.3	15.6	11.7	9.2	7.3	6.1	5.4	4.6
磁鐵 2	22.4	20.6	20.3	19.4	17.5	14.9	12.3	9.1	8.6	6.3	4.8	4.1
磁鐵 3	21.5	21.5	20.1	19.2	18.6	14.2	12.7	8.9	7.6	6.6	4.3	4.5
磁鐵 4	19.7	21.1	19.9	18.4	17.6	15.2	12.5	8.5	8.2	7.1	5.5	4.2
磁鐵 5	21.6	20.9	20.8	17.8	16.7	16.7	12.2	8.6	7.9	6.8	5.3	4.8
平均	21.22	21.06	20.34	18.74	17.54	15.32	12.28	8.86	7.92	6.58	5.06	4.44
最大值	22.4	21.5	20.8	19.4	18.6	16.7	12.7	9.2	8.6	7.1	5.5	4.8
最小值	19.7	20.6	19.9	17.8	16.7	14.2	11.7	8.5	7.3	6.1	4.3	4.1



三、此為加溫後和降溫後之吸附鐵粉重量的差，我們可以明顯看出界於 40°C 到 75°C 之間都還有一定的恢復量，而超過 80°C 的則呈現幾乎水平的情况。

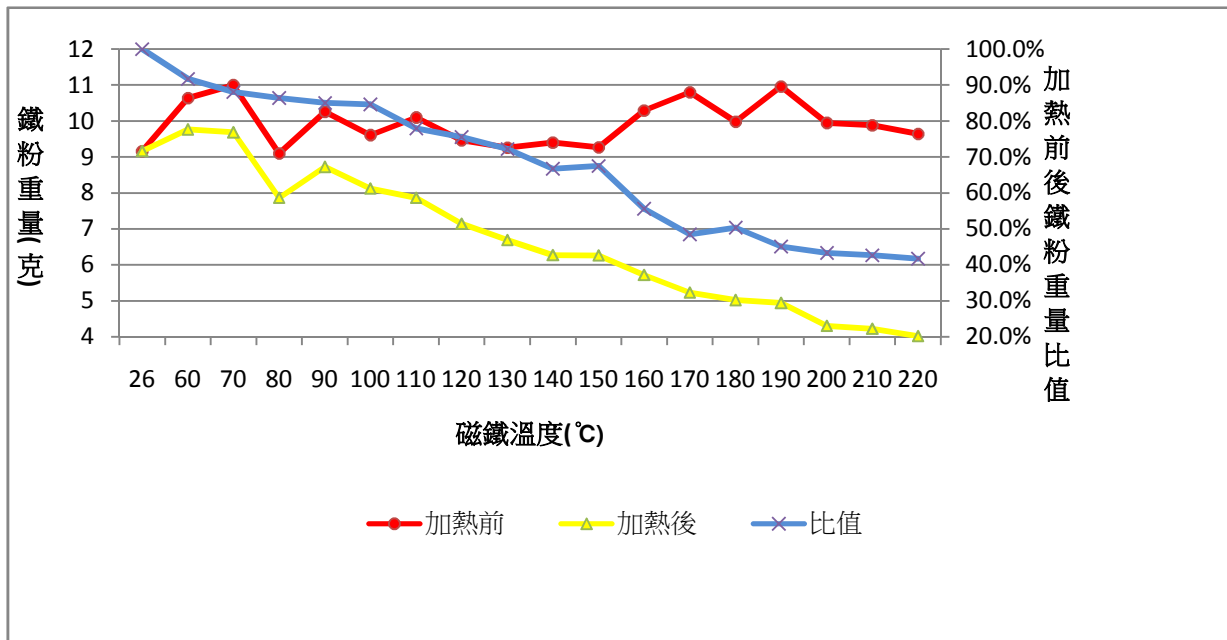
差	26	40	50	60	65	70	75	80	85	90	95	100
差	0	0.52	0.52	0.8	0.84	1.22	0.3	0.18	0.1	0.08	0.06	0



四、比較各組磁鐵加熱前所吸的鐵粉重與加熱後吸附量的比值關係，我們可以看到，鐵

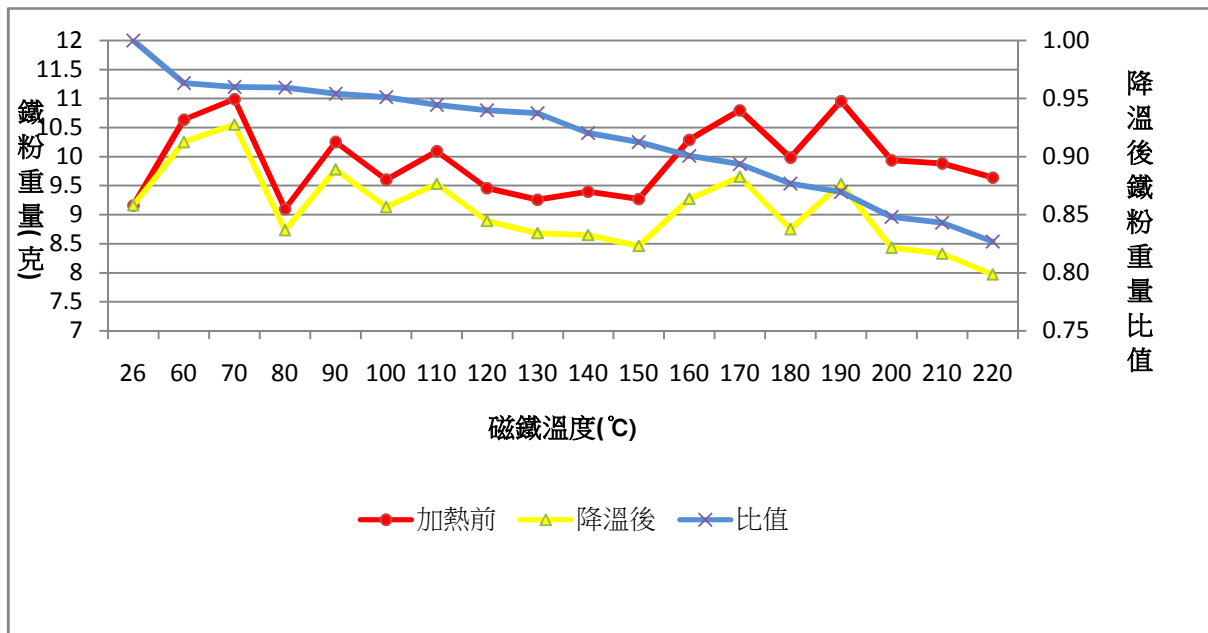
磁材質的磁鐵和稀土製的磁鐵一樣，鐵粉的吸附量均有明顯的下降，但是在我們將鐵磁磁鐵加熱至使稀土磁鐵(釹鐵硼磁鐵)消磁的 220℃ 時，其依舊保持約 42% 的磁力，明顯高於稀土磁鐵(釹鐵硼磁鐵)的 21%。

	26	60	70	80	90	100	110	120	130
加熱前	9.16	10.64	10.99	9.1	10.25	9.6	10.09	9.46	9.26
加熱後	9.16	9.76	9.68	7.86	8.72	8.12	7.86	7.14	6.69
前後比值(%)	100.0	91.7	88.1	86.4	85.1	84.6	77.9	75.5	72.2
	140	150	160	170	180	190	200	210	220
加熱前	9.4	9.27	10.29	10.8	9.98	10.96	9.94	9.88	9.64
加熱後	6.27	6.26	5.72	5.23	5.02	4.94	4.3	4.22	4.02
前後比值(%)	66.7	67.5	55.6	48.4	50.3	45.1	43.3	42.7	41.7

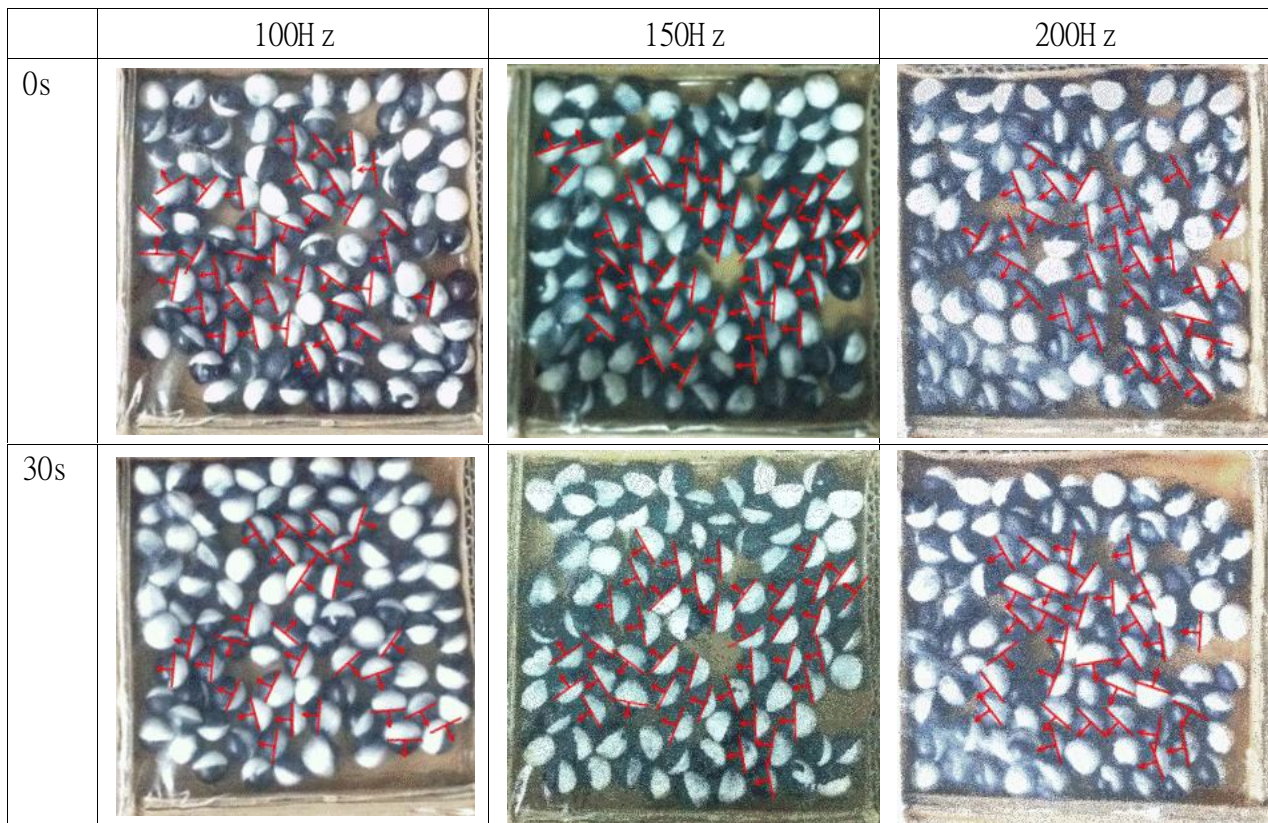






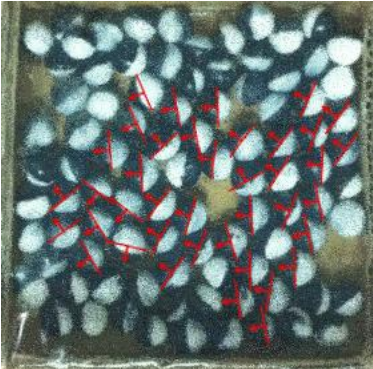
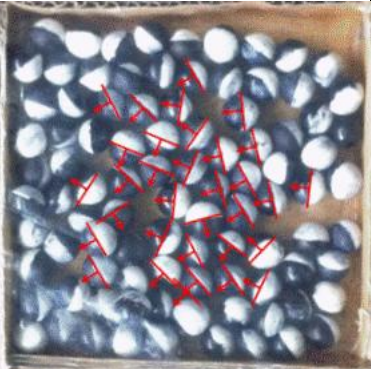

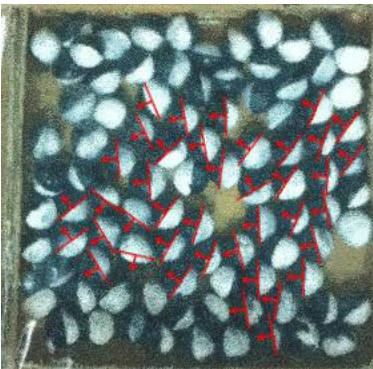
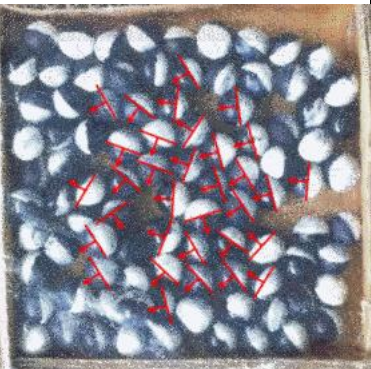


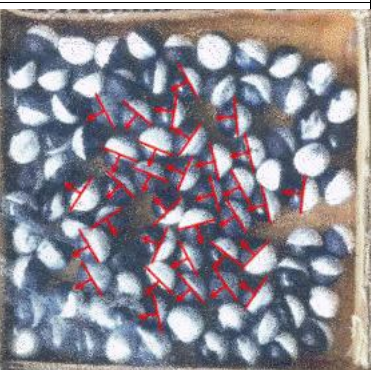
五、再經過一段時間降溫後，我們發現與稀土磁鐵(釹鐵硼磁鐵)不同的是，加熱後的鐵磁磁鐵再回到常溫的狀態的時候，其磁性的較前者有更大幅度的回升，平均回復量甚至高達 90%，是稀土磁鐵(釹鐵硼磁鐵)的 2 倍。


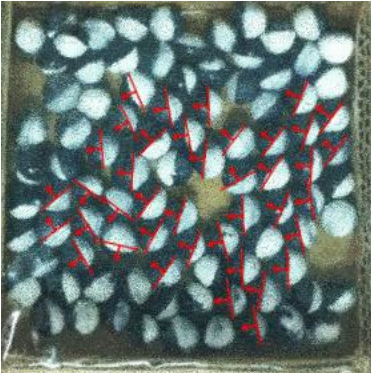
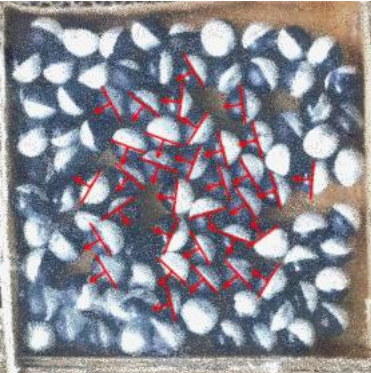

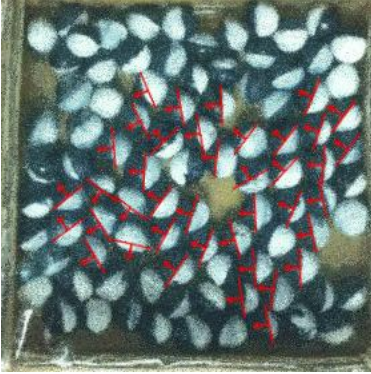
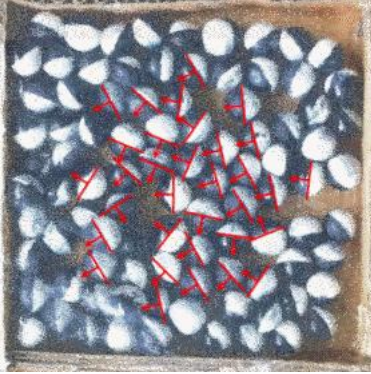

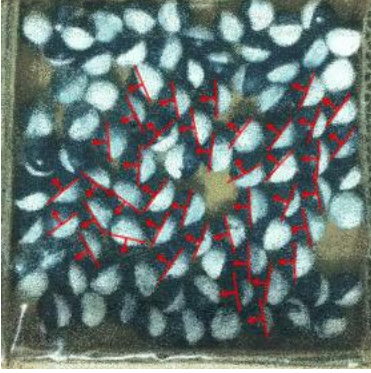
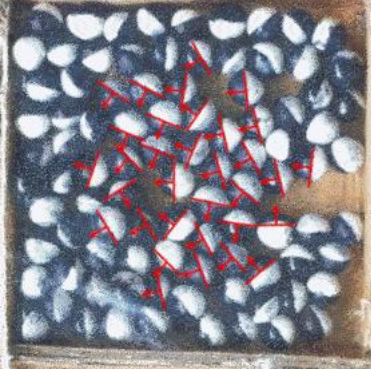

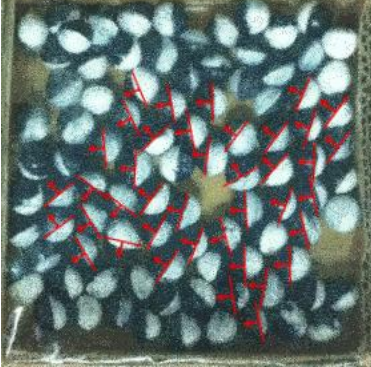
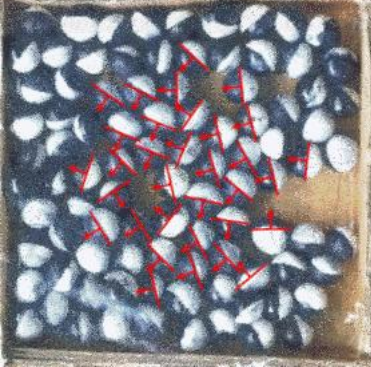
	26	60	70	80	90	100	110	120	130
加熱前	9.16	10.64	10.99	9.1	10.25	9.6	10.09	9.46	9.26
降溫後	9.16	10.25	10.55	8.73	9.78	9.13	9.53	8.89	8.68
前後比值(%)	100.0	96.3	96.0	95.9	95.4	95.1	94.4	94.0	93.7
	140	150	160	170	180	190	200	210	220
加熱前	9.4	9.27	10.29	10.8	9.98	10.96	9.94	9.88	9.64
降溫後	8.65	8.46	9.27	9.65	8.75	9.53	8.43	8.33	8.06
前後比值(%)	92.0	91.3	90.1	89.4	87.7	87.0	84.8	84.3	83.6


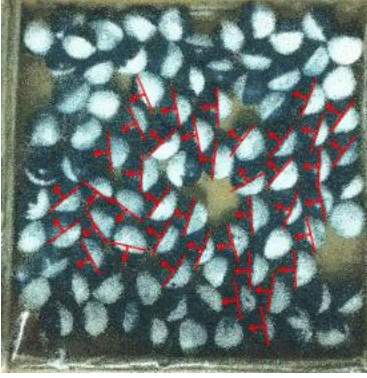
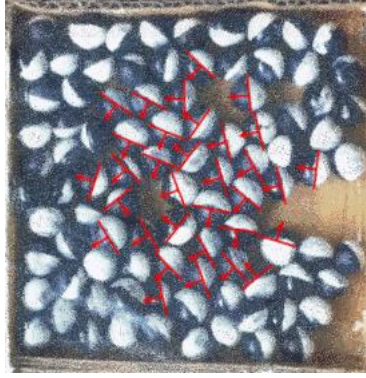


六、 在第三階段的實驗裡，我們以喇叭振動小磁鐵的方式來模擬加熱後磁鐵內部分子所產生的碰撞、翻轉等而產生多個磁區的情形。我們將排列整齊的磁鐵放置在喇叭上，並以不同的頻率(100Hz、200Hz、300Hz)做相同時間(300s)、相同振幅(以安培計讀數為準)的振動實驗，實驗一開始磁鐵都被振的凌亂不堪，但是200Hz的在60s就慢慢的穩定下來，150Hz也在90s開始有了磁區的產生，唯獨100Hz需要180s才穩定下來。










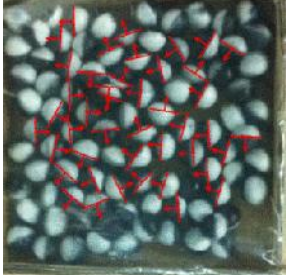





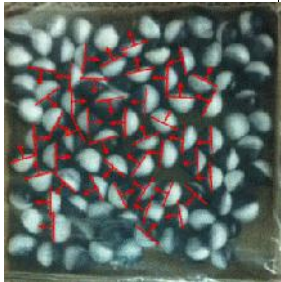



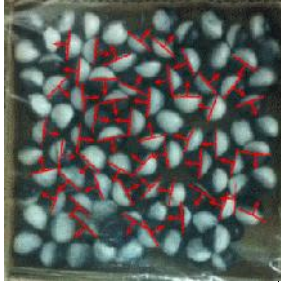









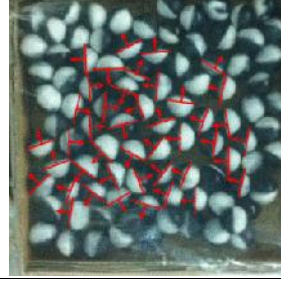








	100H z	150H z	200H z
60s			
90s			
120s			
150s			

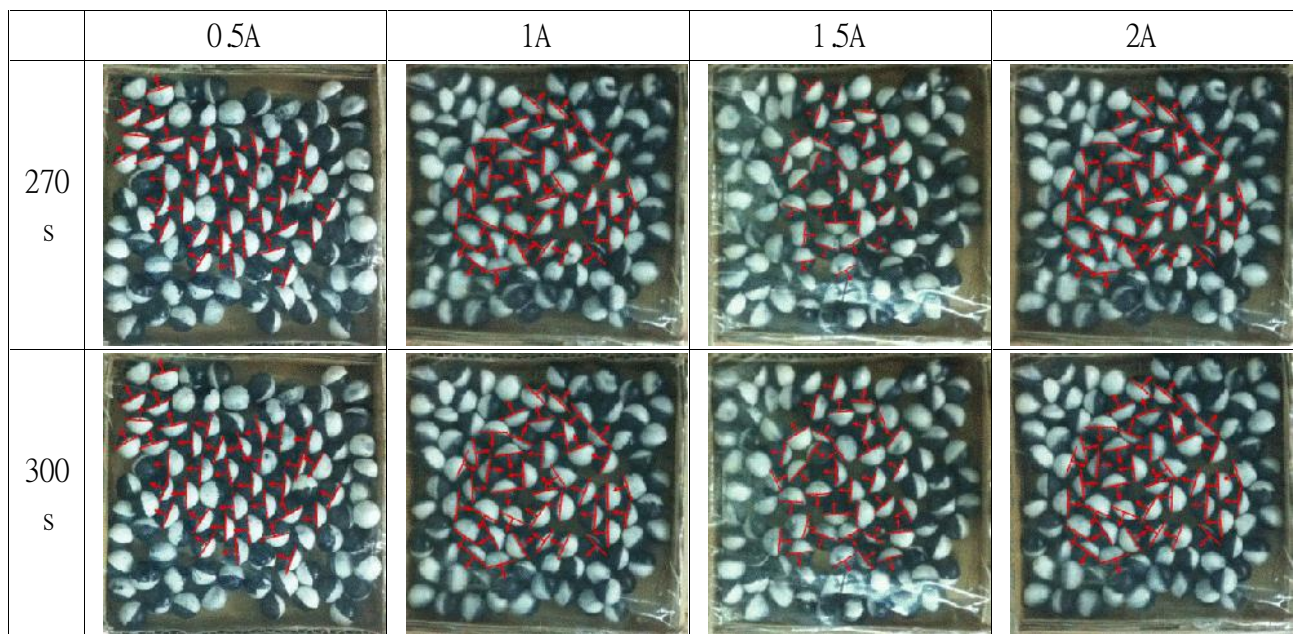
	100H z	150H z	200H z
180s			
210s			
240s			
270s			

	100Hz	150Hz	200Hz
300s			

七、在完成第三階段的實驗後，我們將振動的頻率固定，通以不同的安培的電流(0.5A、1A、1.5A、2A)，對照下列表格，我們可以發現：在電流只有0.5A時，磁鐵不容易被振開，而電流在達到1A、1.5A時，則能輕易地將排列整齊的磁鐵振得毫無秩序；但是當電流達到2A時，磁鐵卻沒有明顯的變化。

	0.5A	1A	1.5A	2A
0s				
30s				
60s				

	0.5A	1A	1.5A	2A
90s				
120s				
150s				
180s				
210s				
240s				



陸、 討論

- 一、磁鐵在取出過程中會造成溫度的耗損，鐵粉的吸附量可能未達最大值，加熱的時間多寡可能會對磁力的變化產生影響，這些都有可能造成實驗的誤差值。因為我們是將磁鐵分批加熱到欲測溫度，我們需要增加樣本的數量，再算出平均，以確保實驗的可信度和準確性。
- 二、經過實驗我們發現不同材質的磁鐵在溫度提高後雖然皆會減少磁力，但是他們降低的，與降溫後回升的幅度卻不盡相同，希望以後有機會能嘗試測試更多不同材質的磁鐵。
- 三、雖然振動的頻率和振幅都對磁鐵的排列產生影響，但以 100Hz 和 1.5A 的改變最大，但一旦磁鐵達到平衡後，磁鐵跟磁鐵之間的作用力會使形成的磁區不容易振開。

柒、 結論

- 一、 稀土磁鐵(釹鐵硼磁鐵)會因溫度的升高而產生磁力衰弱的變化，並且當溫度達到 100℃ 時，磁力會減少到室溫的五分之一；而當磁鐵降回到室溫時，回復的比率最高不到 8%。
- 二、 鐵磁鐵的工作溫度就比稀土磁鐵(釹鐵硼磁鐵)高得多，雖然遇到高溫還是會使其溫度下降，但在 220℃ 還有保有原先磁力得五分之二，當磁鐵回復後都有明顯的回覆，大部分的磁鐵都有在 90% 以上。
- 三、 比較上述兩種磁鐵，我們可以發現雖然稀土磁鐵(釹鐵硼磁鐵)的磁力較強，但是一遇到高溫就會發生嚴重的磁力衰退，而且回溫後磁力的恢復不是很理想；而另一方面，鐵磁鐵的磁力雖弱，但是能在較高溫的環境下工作，且降溫後恢復率相對的高出稀土磁鐵(釹鐵硼磁鐵)許多。
- 四、 在振動的實驗中，我們應將繁亂無章的小磁鐵以強力磁鐵磁化，當振動一開始就被外加動能所振開，就好像用膠水將保麗龍球固定在厚紙板上，一振就亂；當振動經過的一段時間(大多超過 180s)，磁鐵就形成特定磁區，且不容易被振開。

捌、 參考資料及其他

分子動力學。檢索自

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%88%86%E5%AD%90%E5%8A%A8%E5%8A%9B%E5%AD%A6>

磁。檢索自 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A3%81>

蔡尚芳(2002)。磁鐵的極強、磁矩與磁場。《科學教育月刊》，250，31-37。

[http://www.sec.ntnu.edu.tw/Monthly/91\(246-255\)/250/31%E9%90%B5%E7%9A%84%E6%A5%B5%E5%BC%B71.pdf](http://www.sec.ntnu.edu.tw/Monthly/91(246-255)/250/31%E9%90%B5%E7%9A%84%E6%A5%B5%E5%BC%B71.pdf)