

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-物理科

科 別：物 理 科

組 別：國 小 組

作品名稱：任我行的「吸星大法」--磁鐵與電磁關係的研究

關 鍵 詞：磁化現象、電磁關係、磁偏轉

編 號：080115

學校名稱：

雲林縣麥寮鄉麥寮國民小學

作者姓名：

周姮均、林 美、許秀美、葉育伶

指導老師：

莊鎮宇、翁璵芬



任我行的「吸星大法」

—磁鐵與電磁關係的研究

壹、摘 要

磁鐵的磁力現象與電磁關係，對於身為國小學童的我們而言，是看似具體卻是抽象的現象，因此當同學生有此疑問時，我們便藉此機會來深入探討研究。在翻閱相關的資料、深入思考與設計實驗後，我們發現了：(1) 磁鐵不是只會吸引鐵製品、(2) 磁鐵的吸力不受時間和吸引物多寡的影響、(3) 磁鐵的吸力各個部位有差異、(4) 鐵針與磁鐵摩擦或接觸越久吸力越強、(5) 可藉由指南針來顯示磁力線的方向、(6) 燒烤和敲打磁鐵都會使其磁力減弱、(7) 磁鐵的隔空吸力不受中間物質的影響、(8) 磁鐵的大小與吸力大小並無直接相關、(9) 折斷的磁鐵其磁極互補且磁力消弱、(10) 可以散置的磁鐵模擬鐵製品的無磁性現象、(11) 磁鐵的磁性永久與否與金屬材質有關、(12) 增加電力或線圈個數都可增加電磁鐵的吸力、(13) 增加電力或線圈個數不影響永久磁鐵的磁力、(14) 感應電流會受磁鐵棒的磁力大小和插入方向的影響、(15) 與磁鐵相吸的乾電池其電力會減弱...等。

經由這 20 幾項的實驗，讓我們深入而具體地了解磁力現象與電磁間的關係。

貳、研 究 動 機

上自然實驗課時，同學們都在準備組合電動機的相關材料，有磁鐵、漆包線、鐵釘、鐵片和電線等。秀美在組合時不小心把磁鐵摔斷了，撿起來後想把它接回去，卻發現無法復合。又在組合電磁鐵時，對於包有線圈的鐵釘在通電後，就能產生磁力，與長條磁鐵相吸相斥的現象，感到十分好奇。等電磁鐵通電一段時間後，將鐵釘取出放在鐵片旁，看到鐵釘居然能吸引鐵片，感到非常訝異，便將這些發現告訴美睜與姁均，於是三人一起去請教老師，老師笑著說：「這是電磁關係與磁化現象，只要你們夠細心，日常生活中常常可以發現到這些現象及應用。」但是，聽完老師的解釋後，三人還是一頭霧水、似懂非懂，於是老師便提議：我們不妨針對「磁鐵」的這些現象來做個研究看看。

參、研究目的

- 一、磁鐵能吸什麼東西？
- 二、受到磁鐵吸引的東西是否會被「磁化」？
- 三、受到磁鐵吸引的成串迴紋針，各個被「磁化」的結果是否相同？
- 四、東西被「磁化」的時間愈久，它的吸力是否愈強？
- 五、東西和磁鐵直接磨擦，磨擦愈久，它的吸力是否愈強？
- 六、被「磁化」的東西其吸力是否會受溫度高低所影響？

- 七、磁鐵與一堆鐵釘相吸一段時間後，它本身的吸力是否會減弱？
- 八、磁鐵各部位的吸力是否相同？
- 九、磁力線是否有方向性？
- 十、磁鐵的大小和吸力的強弱是否有關？
- 十一、在無其他外在變因的影響下，時間的增加會影響磁鐵的磁力嗎？
- 十二、將性質相同的磁鐵相吸引，相吸的磁鐵數量愈多，其磁力是否隨之愈強？
- 十三、將數個長條磁鐵的磁極相吸或相斥，探討對整體的吸力是否有影響？
- 十四、中間物質（紙、水、玻璃或墊板）會影響磁鐵的隔空吸力嗎？
- 十五、磁鐵的吸力會受溫度高低所影響嗎？
- 十六、磁鐵的吸力會受碰撞或拋落所影響嗎？
- 十七、磁鐵被折斷後，它的磁極的變化如何？
- 十八、磁鐵被折斷後，它的磁力的變化如何？
- 十九、探討一般鐵製品為何不具磁性？
- 二十、增加電力，對於電磁鐵的吸力是否有影響？
- 二十一、增加線圈圈數，對於電磁鐵的吸力是否有影響？
- 二十二、將電磁鐵實驗中的鐵釘改為永久磁鐵，探討磁鐵的吸力是否有改變？
- 二十三、探討感應電流與磁鐵棒兩者之間的關係。
- 二十四、乾電池受磁鐵吸引一段時間後，對它的電力是否有影響？

肆、研究器材及設備

U 型（大、中、小）磁鐵、圓形（大、中、小）磁鐵及長條（大、中、小）磁鐵各數塊、西卡紙、六盒迴紋針、一包鐵針、一打 12.5 公分的鐵釘、平方公尺板、鐵粉、三張 B4 紙、打火機、酒精燈、夾子、雙面膠、20 顆電池、5 個圓柱形空心紙捲、300 公分的漆包線、電線數條、電池架 20 個、鐵鎚、三用電錶、小刀及測試用品（迴紋針、別針、鉛筆、錄音帶、打火機、紙、筆蓋、打火機開關、電池、釘書機、鋼釘、塑膠袋、玻璃彈珠、筷子、塑膠尺、小刀、燈泡、錢幣、橡皮擦、鑰匙、貝殼、書包釦子、鐵鉛筆盒、棉花棒、衣服、帽子、課本、方解石、硫磺、白雲母、煤礦、角閃石、石英、花崗石、石墨、砂岩、鉻礦、石蠟、軟玉、瓷土、碧玉、石榴石、雪花石、石膏、孔雀石、鋁土...）。

伍、研究過程或方法

實驗一：磁鐵能吸什麼東西？

- 步驟：（一）、準備鋼釘、迴紋針、別針、鉛筆、錄音帶、打火機、紙、筆蓋、打火機開關、電池、釘書機、鐵釘、塑膠袋、玻璃彈珠、筷子、塑膠尺、小刀、鐵櫃子、燈泡、錢幣、橡皮擦、鑰匙、貝殼、鐵欄杆、書包釦子、鐵鉛筆盒、棉花棒、書桌、衣服、帽子、門窗、地板、課本、電視機、磁鐵黑板、辦公桌、方解石、硫磺、白雲母、煤礦、角閃石、石英、花崗石、石墨、砂岩、鉻礦、石蠟、軟玉、瓷土、碧玉、石榴石、雪花石、石膏、孔雀石、鋁土...。
- （二）、將這些東西置於懸吊的紙袋中，用磁鐵一一去試，看哪些東西可以被吸引，哪

些東西不能被吸引，把它記錄起來。(表一)

- (三)、拿著磁鐵去吸一吸四周的東西，看看哪些東西可以被吸住，哪些東西不能被吸住，把它記錄起來。(表一)

記錄：

	可以被吸引的	不能被吸引的
物品	迴紋針、別針、打火機開關、電池、釘書機、鐵釘、小刀、鐵櫃子、鐵欄杆、書包釦子、鐵鉛筆盒、磁鐵黑板、辦公桌、鋼釘...	鉛筆、錄音帶、打火機、紙、筆蓋、塑膠袋、玻璃彈珠、筷子、塑膠尺、燈泡、錢幣、橡皮擦、鑰匙、貝殼、棉花棒、書桌、衣服、帽子、門窗、地板、課本、電視機...
岩石	角閃石、石英、花崗石、石墨、砂岩、鉻礦...	方解石、硫磺、白雲母、煤礦、石蠟、軟玉、瓷土、碧玉、石榴石、雪花石、石膏、孔雀石、鋁土...

(表一)

結果：經過以上的實驗，可以知道磁鐵不僅能吸引鐵製品，也能吸引角閃石、石英、花崗石、石墨、砂岩及鉻礦，不過大部分的金屬及物品都不能被磁鐵吸引。

實驗二：受到磁鐵吸引的東西是否會被「磁化」？

步驟：(一)、準備實驗(一)中可被吸引的鋼釘、迴紋針、別針、打火機開關、電池、釘書機、鐵釘、小刀、書包釦子、鐵鉛筆盒、角閃石、石英、花崗石、石墨、砂岩、鉻礦。

(二)、將準備的東西與磁鐵放在一起一週後，再把這些東西逐一拿出，與指南針距離一公分且成 90 度，觀察指針偏轉的情形。

(三)、放了三天後，把和磁鐵放在一起的物品，放在指南針的旁邊，與指南針距離一公分且成 90 度，觀察指針偏轉的情形，把結果記錄下來。(表二)

(四)、將被磁化的物品隔離磁鐵一個月後，再放在指南針的旁邊，並把結果記錄下來。(表二)

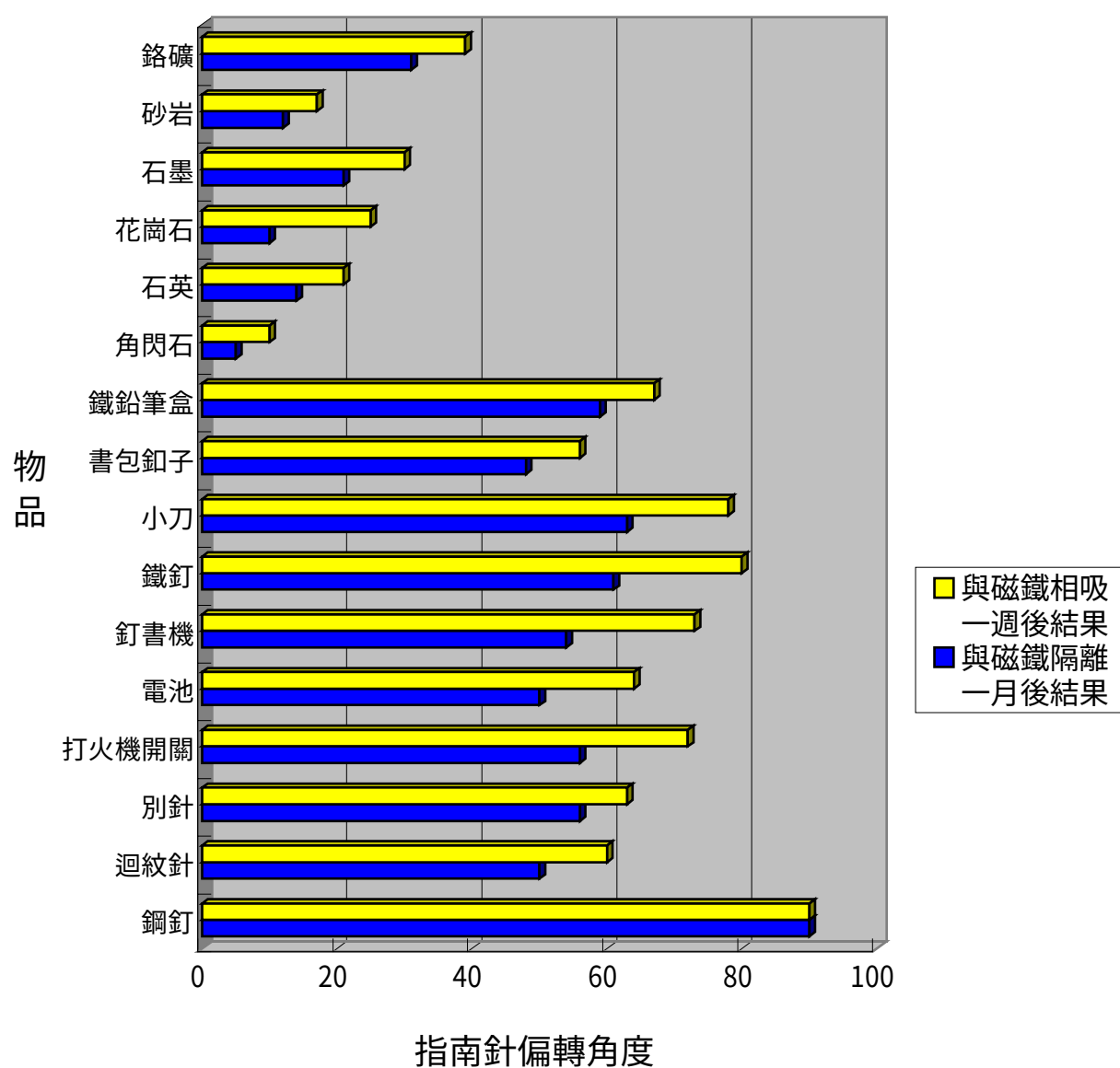
記錄：

名稱	鋼釘	迴紋針	別針	打火機開關	電池	釘書機	鐵釘	小刀	書包釦子	鐵鉛筆盒	角閃石	石英	花崗石	石墨	砂岩	鉻礦
指南針 與磁鐵相吸 之前的結果	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
與磁鐵相吸 一週後結果	90	60	63	72	64	73	80	78	56	67	10	21	25	30	17	39

與磁鐵隔離	一月後結果	90	50	56	56	50	54	61	63	48	59	5	14	10	21	12	31
-------	-------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----

(表二)

磁化物品受吸引與隔離的偏轉角度



結果：(一)、在可被磁鐵吸引的物品中，鐵製品的磁化現象比其他物品強。
 (二)、相隔一個月後，除了鋼釘以外，其他受磁化的物品，其吸力都有衰退。

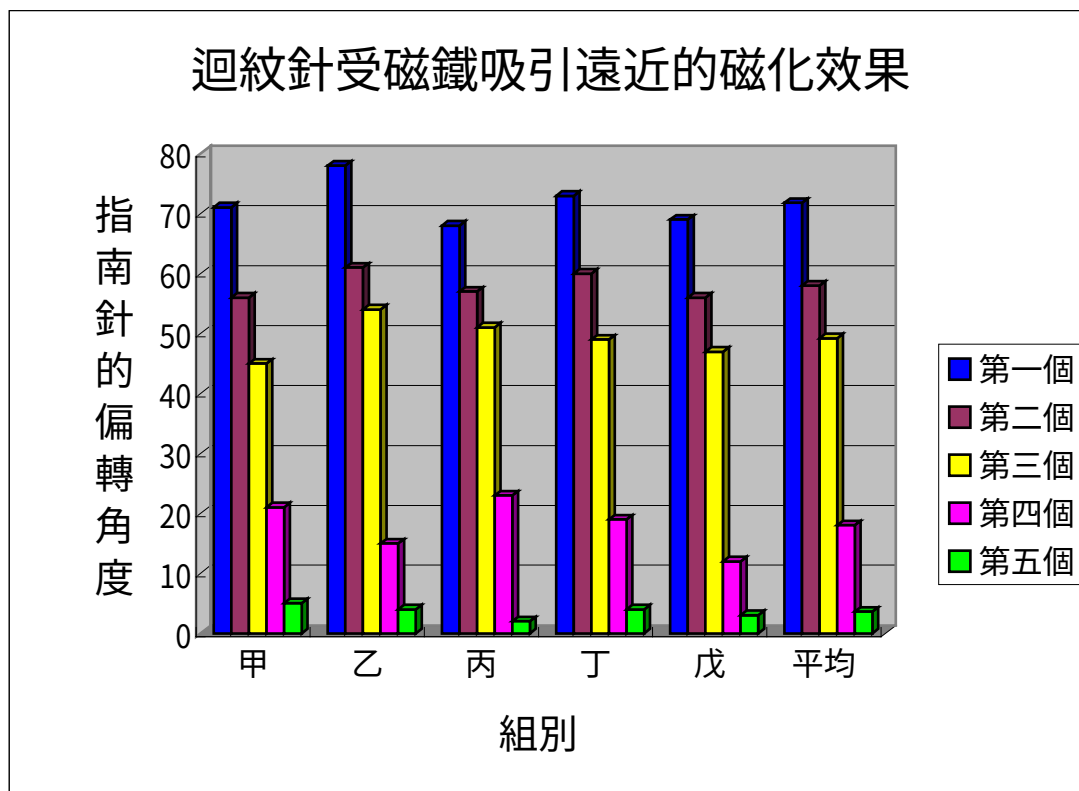
實驗三：受到磁鐵吸引的成串迴紋針，各個被「磁化」的結果是否相同？

- 步驟：(一)、準備二十五根迴紋針，以五個為一組，將五組分別編號為甲、乙、丙、丁和戊。
- (二)、將各組的五根迴紋針與指南針距離一公分且成 90 度，觀察並紀錄偏轉的情形，再將各組中的第一根迴紋針，吸附在圓形磁鐵上，其後依序吸引第二~五根迴紋針（第四和第五根迴紋針已無法被磁力所吸引）。
- (三)、相隔七天後，把各組的第一根迴紋針取出並放在指南針的旁邊，與指南針距離一公分且成 90 度，觀察指針偏轉的情形，把結果記錄下來。（表三）
- (四)、把各組的第二~五根迴紋針，分別重覆步驟三的過程，並把結果記錄下來。（表三）

紀錄：

臨近順序		甲		乙		丙		丁		戊		平均	
指南針角度	實驗前後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
	第一個	0	71	0	78	0	68	0	73	0	69	0	71.8
	第二個	0	56	0	61	0	57	0	60	0	56	0	58
	第三個	0	45	0	54	0	51	0	49	0	47	0	49.2
	第四個	0	21	0	15	0	23	0	19	0	12	0	18
	第五個	0	5	0	4	0	2	0	4	0	3	0	3.6

(表三)



結果：迴紋針受磁鐵吸引的距離越遠，磁化的效果愈弱；反之，愈強。

實驗四：東西被「磁化」的時間愈久，它的吸力是否愈強？

步驟：(一)、準備五根鐵針，依序編號為甲、乙、丙、丁和戊。

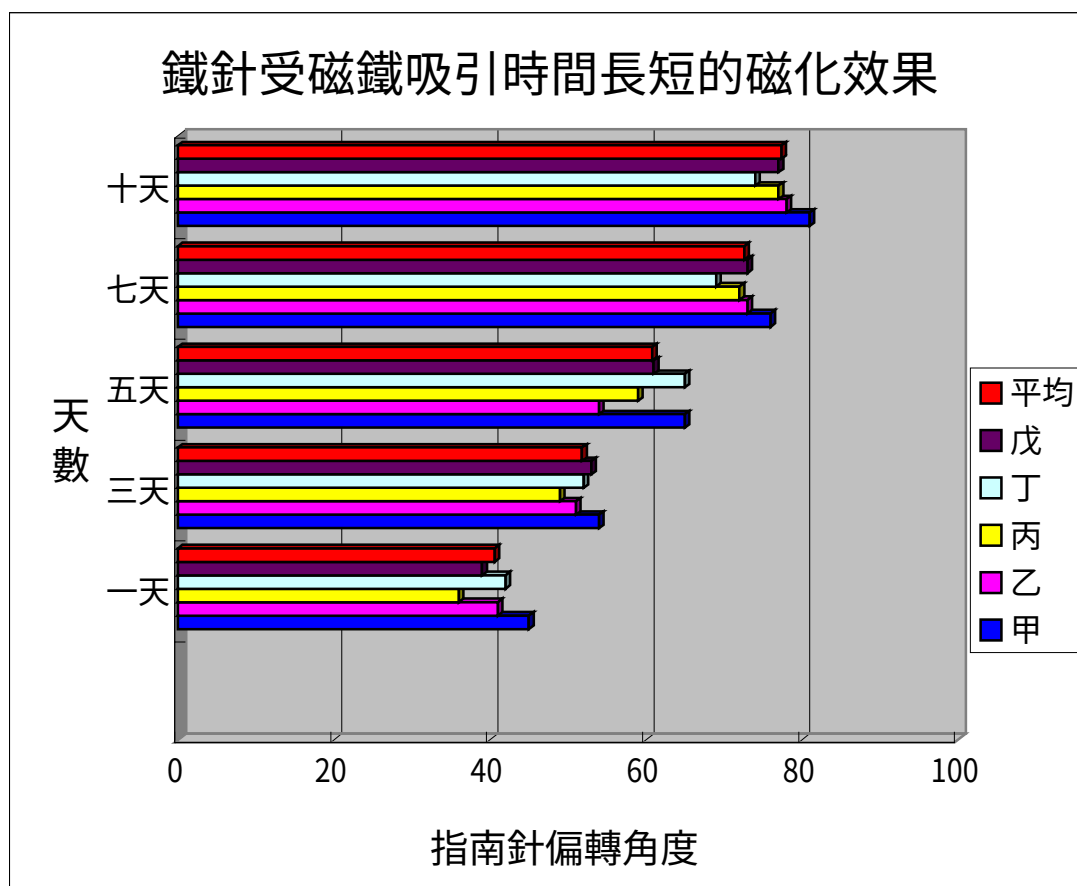
(二)、將這五根鐵針與磁鐵相吸一天後，把鐵針取出並放在指南針的旁邊，與指南針距離一公分且成 90 度，觀察指針偏轉的情形，把結果記錄下來。(表四)

(三)、相隔三、五、七、十天後，分別重覆步驟二的過程，並把結果記錄下來。(表四)

紀錄：

磁化時間		實驗前	一天	三天	五天	七天	十天
指南針角度	甲	0	45	54	65	76	81
	乙	0	41	51	54	73	78
	丙	0	36	49	59	72	77
	丁	0	42	52	65	69	74
	戊	0	39	53	61	73	77
	平均	0	40.6	51.8	60.8	72.6	77.4

(表四)



結果：鐵針受磁鐵吸引的時間越久，磁化的效果愈強；反之，愈弱。

實驗五：東西和磁鐵直接磨擦，磨擦愈久，它的吸力是否愈強？

步驟：(一)、準備五根全新的鐵針，依序編號為甲、乙、丙、丁和戊。

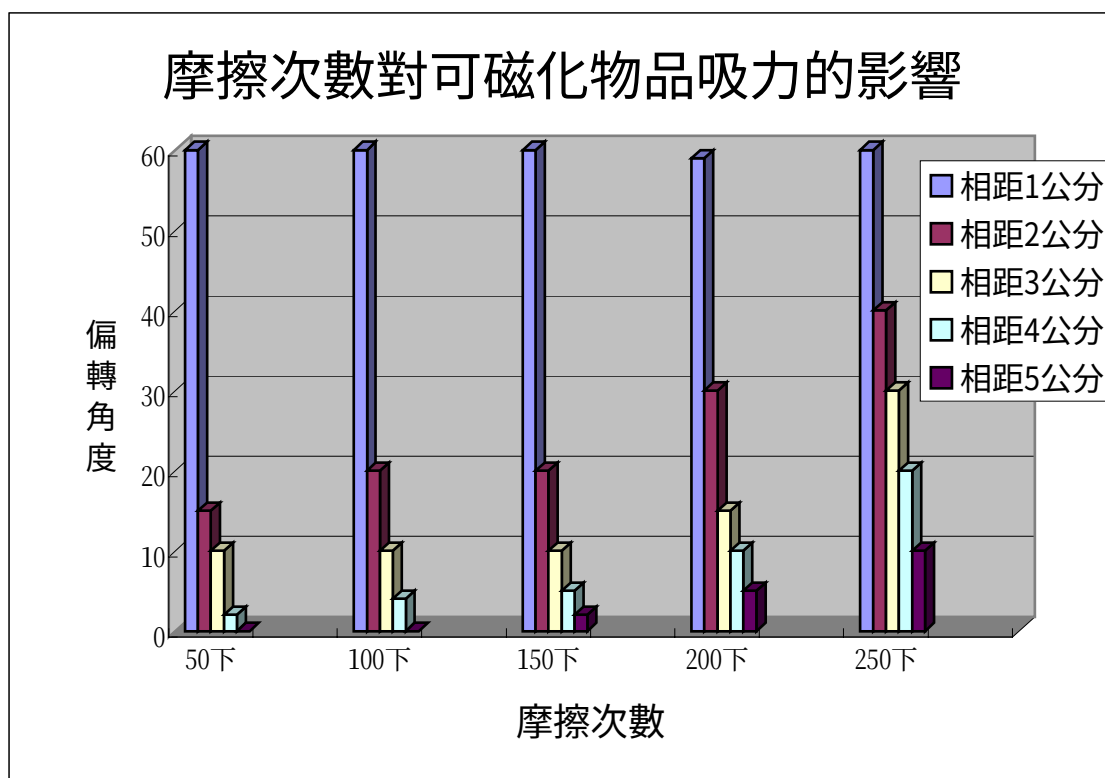
(二)、拿出編號為甲的鐵針與磁鐵的 N 極摩擦 50 下後，放在指南針的旁邊，依次置於與指南針距離 1、2、3、4 和 5 公分處且成 90 度，觀察指針偏轉的情形，把結果記錄下來。(表五)

(三)、逐一拿出編號為乙、丙、丁和戊的四根鐵針，分別與磁鐵摩擦 100、150、200 和 250 下，重覆步驟二的過程，並記錄其結果。(表五)

記錄：

編 號		甲	乙	丙	丁	戊
實驗前指南針角度		0 度	0 度	0 度	0 度	0 度
磨擦次數		50 下	100 下	150 下	200 下	250 下
指南針角度	相距 1 公分	60 度	60 度	60 度	59 度	60 度
	相距 2 公分	15 度	20 度	20 度	30 度	40 度
	相距 3 公分	10 度	10 度	10 度	15 度	30 度
	相距 4 公分	2 度	4 度	5 度	10 度	20 度
	相距 5 公分	0 度	0 度	2 度	5 度	10 度

(表五)



結果：鐵針與磁鐵摩擦次數的多寡，似乎對距離一公分「磁化」鐵針的吸力影響不大，不過隨著距離的增加，摩擦次數愈多的鐵針，仍維持較強的吸力。

實驗六：被「磁化」的東西其吸力是否會受溫度高低所影響？

步驟：(一)、準備四根全新的鐵針依序編號為甲、乙、丙和丁。

(二)、分別將此四根鐵針與磁鐵的 N 極摩擦 300 下後，編號甲、乙和丙依次置於酒精燈下燃燒 1、3 和 5 分鐘，編號丁置於冷凍庫中十分鐘。

(三)、時間到後，把鐵針取出並放在指南針的旁邊，與指南針距離一公分且成 90 度。

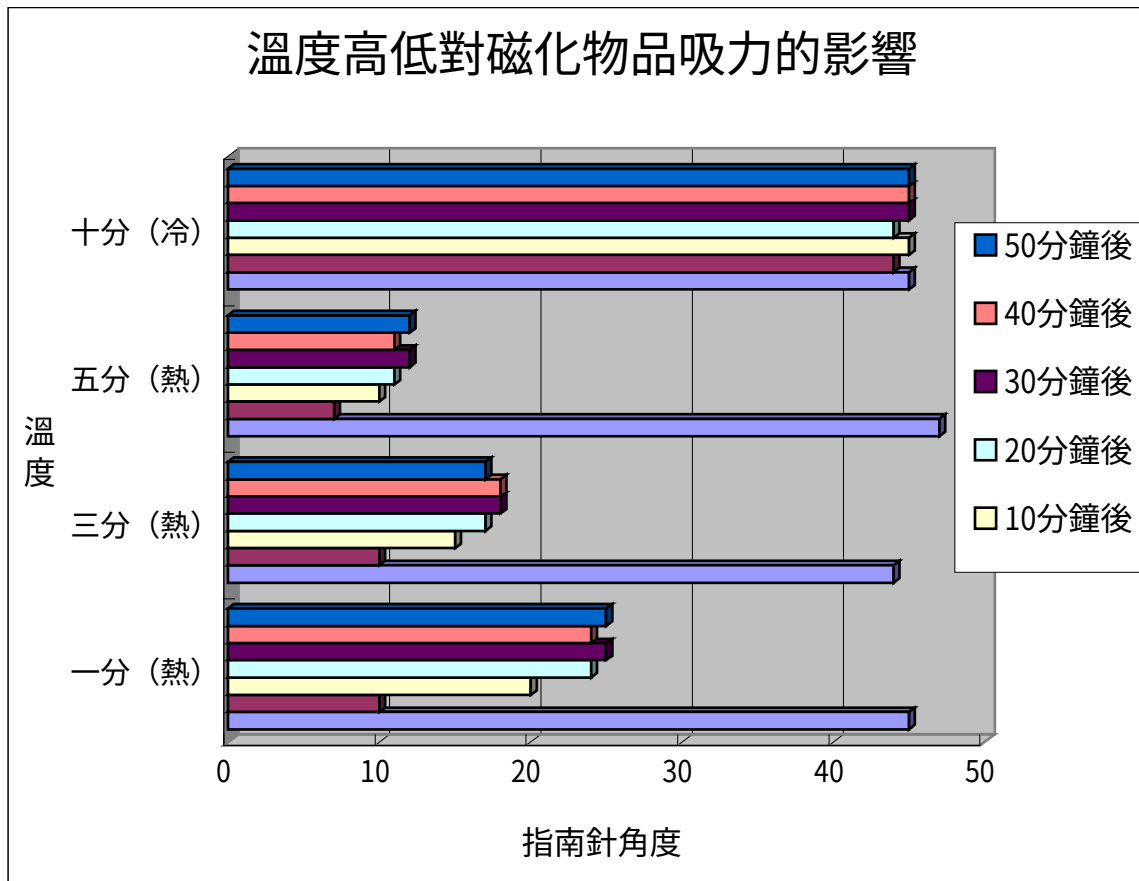
(四)、觀察指針偏轉的情形，把結果記錄下來。(表六)

(五)、十分鐘後再記錄其結果一次。(表六)

記錄：

編 號		甲	乙	丙	丁
實驗前指南針角度		0 度	0 度	0 度	0 度
磨擦三百下		45 度	44 度	47 度	45 度
溫度高低		一分 (熱)	三分 (熱)	五分 (熱)	十分 (冷)
指南針角度	立即測量	10 度	10 度	7 度	44 度
	10 分鐘後	20 度	15 度	10 度	45 度
	20 分鐘後	24 度	17 度	11 度	44 度
	30 分鐘後	25 度	18 度	12 度	45 度
	40 分鐘後	24 度	18 度	11 度	45 度
	50 分鐘後	25 度	17 度	12 度	45 度

(表六)



結果：(一)、「磁化」鐵針受熱愈久，其吸力會受到破壞，低溫則影響不大。
 (二)、溫度愈高，對「磁化」鐵針的吸力所造成破壞愈大，也愈難使它的吸力恢復。

實驗七：磁鐵與一堆鐵釘相吸一段時間後，它本身的吸力是否會減弱？

步驟：(一)、準備約 400 根全新的迴紋針，分別散置於桌面上。
 (二)、將長條、圓形和 U 型磁鐵分別與桌上的迴紋針相吸，把計算後的數量記錄下來。
 (表七)
 (三)、再將這三種磁鐵分別與 100 根全新的鐵釘相吸，經過一週後，重覆步驟二的過程，也把計算後的數量記錄下來。(表七)

記錄：

磁鐵形狀		長條磁鐵	圓形磁鐵	U 型磁鐵
時 間				
迴紋針數量	一週前	68	80	61
	一週後	70	79	60

(表七)

結果：磁鐵吸引一百根鐵釘，一週後其吸力的差異不大。

實驗八：磁鐵各部位的吸力是否相同？

步驟：(一)、準備長條、圓形、U 型三種不同形狀的磁鐵。

(二)、將這三種磁鐵用雙面膠一一貼在西卡紙上。

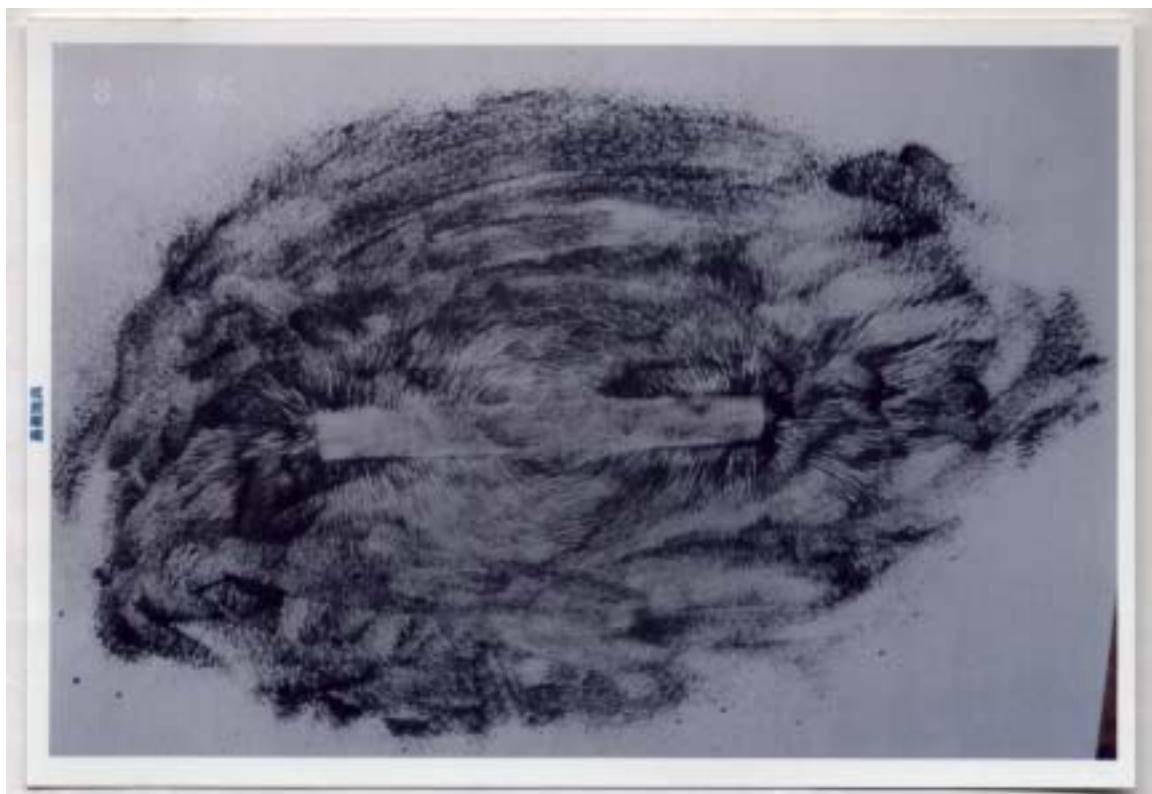
(三)、將貼好的西卡紙平放於桌面上（黏磁鐵的那一面朝下），灑下鐵粉於篩網上，用手輕輕的搖晃，讓較細的鐵粉落下。

(四)、仔細觀察並拍下鐵粉散佈的情形。

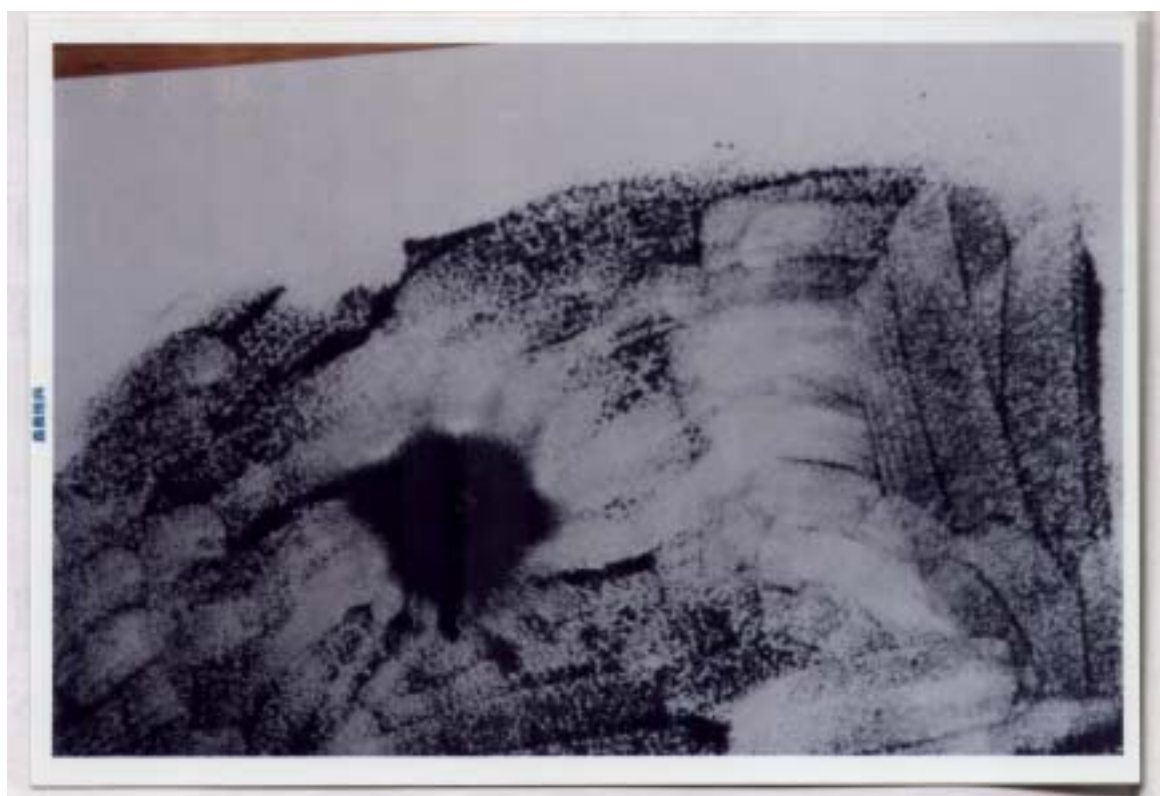
記錄：



U 型磁鐵



長條磁鐵



圓形磁鐵

結果：(一)、長條磁鐵的兩端吸住的鐵粉最多，越往中間愈少，所以長條磁鐵兩端吸力最強，

愈往中間吸力越弱。

- (二)、圓形磁鐵則中間部分吸住最多鐵粉，周圍次之，所以圓形磁鐵以中間部分吸力最強。
- (三)、U 型磁鐵則以兩端吸的鐵粉最多，愈往中間吸的鐵粉愈少，所以它的吸力以兩端最強，愈往中間吸力愈弱。

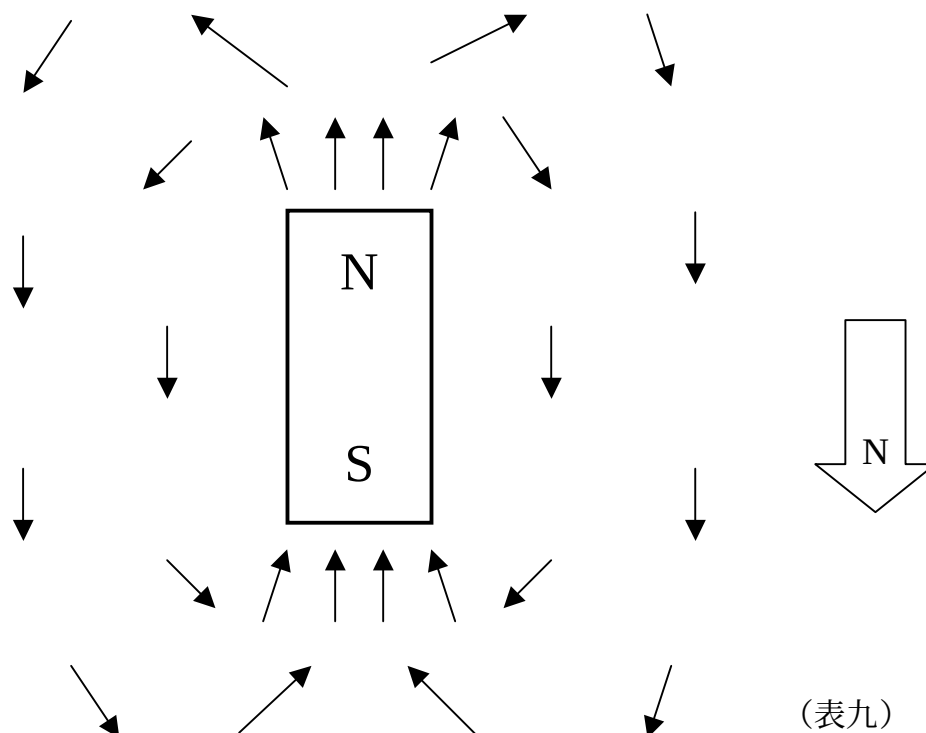
實驗九： 磁力線是否有方向性？

步驟：(一)、將一塊長條型的磁鐵置於桌上，磁鐵的南極指向北方，北極則指向南方。

(二)、在磁鐵的四周圍放置 26 個指南針，內圈 14 個，外圈 12 個，排成兩個同心的正方形。

(三)、將觀察到指南針偏向的情形，描繪在紙上。(表九)

記錄：



結果：磁力線是具有方向性的，在磁鐵外部則是由 N 極到 S 極。

實驗十： 磁鐵的大小和吸力的強弱是否有關？

步驟：(一)、先將準備實驗的磁鐵編號。

(二)、測量各個磁鐵的重量，把它記錄下來。(表十)

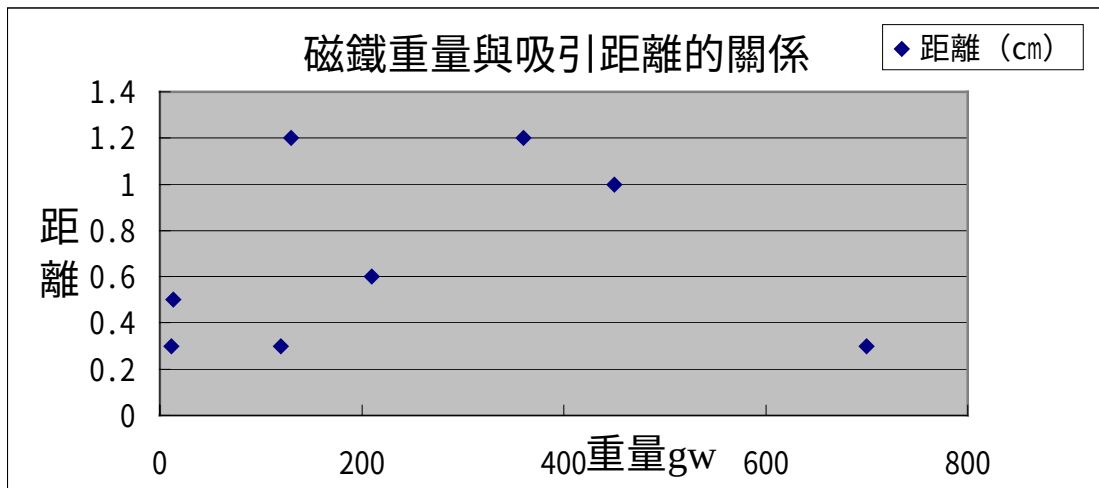
(三)、在平方公分板上放一根迴紋針，並準備一枝尺。

(四)、將各個磁鐵一一靠近迴紋針，看磁鐵在距離迴紋針多遠的地方把迴紋針吸過來，把它記錄下來。(表十)

記錄：

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
磁鐵形狀	U 型	圓形	圓形	長條	U 型	圓形	長條	長條
重量 (gw)	13.5	11.5	450	360	210	700	120	130
距離 (cm)	0.5	0.3	1	1.2	0.6	0.3	0.3	1.2

(表十)



結果：(一)、磁鐵大小和它的吸力大小無絕對的關係。
 (二)、磁鐵形狀和它的吸力大小也無絕對的關係。

實驗十一：在無其他外在變因的影響下，時間的增加會影響磁鐵的磁力嗎？

步驟：(一)、將長條、圓形和 U 型磁鐵分別與桌上的迴紋針相吸，把計算後的數量記錄下來。

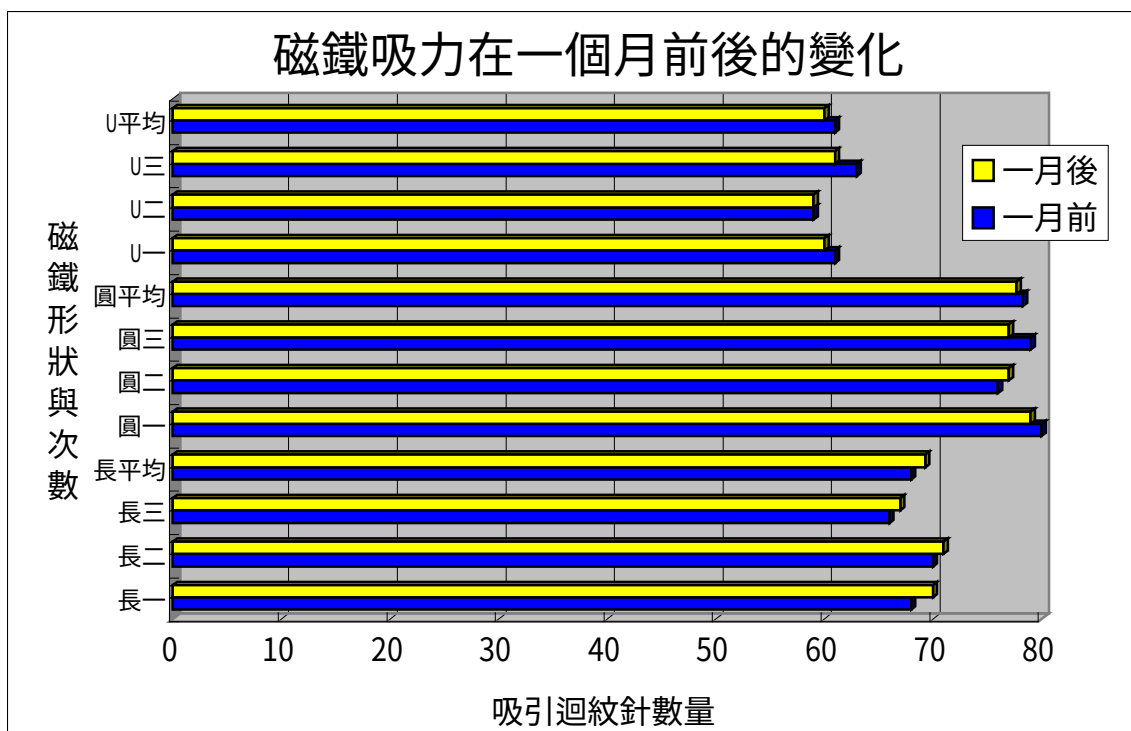
(表十一)

(二)、經過一個月後，再重覆步驟一的過程，也把計算後的數量記錄下來。(表十一)

記錄：

磁鐵形狀		長條磁鐵				圓形磁鐵				U 型磁鐵			
時間	次數	一	二	三	平均	一	二	三	平均	一	二	三	平均
數量 迴紋針	一月前	68	70	66	68	80	76	79	78.3	61	59	63	61
	一月後	70	71	67	69.3	79	77	77	77.7	60	59	61	60

(表十一)



結果：磁鐵的吸力一個月前後差異不大。

實驗十二：將性質相同的磁鐵相吸引，相吸的磁鐵數量愈多，其磁力是否隨之愈強？

步驟：(一)、準備大、中、小型的圓磁鐵各四個。

(二)、將六盒迴紋針（約 600 根）散置於桌面上。

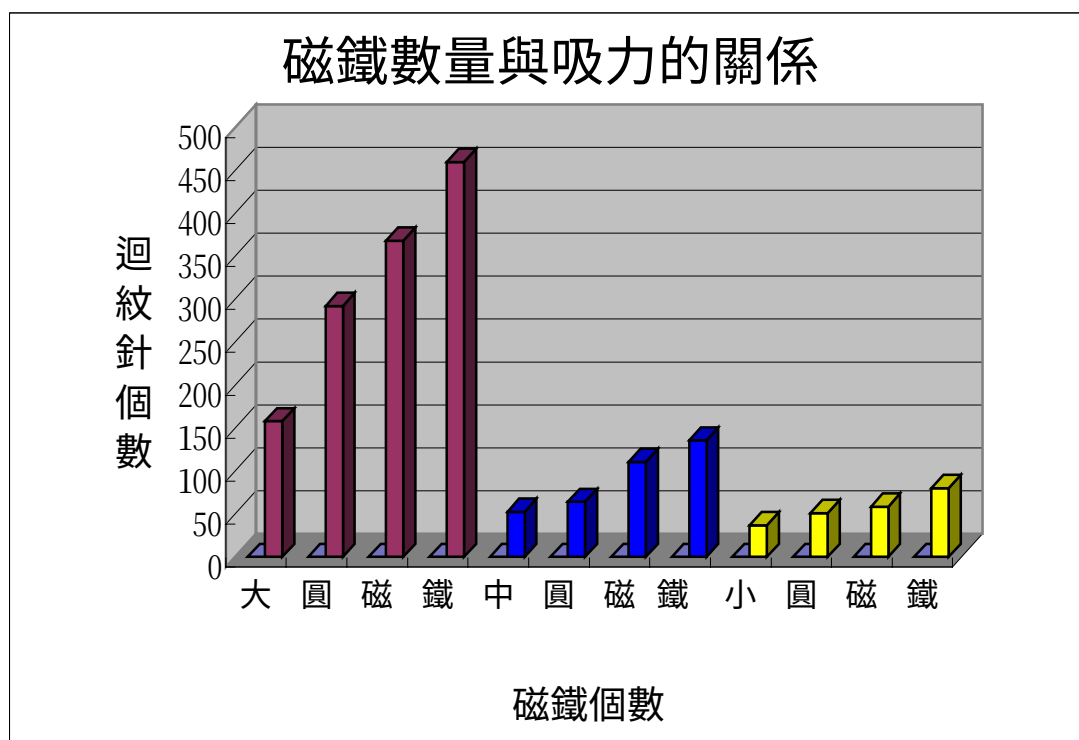
(三)、拿一個大圓磁鐵（固定 S 極朝下）吸引桌上的迴紋針，計算它吸引的數量，逐次增加一個反覆操作，將其結果記錄下來。（表十二）

(四)、將中、小圓磁鐵依步驟二和三逐一反覆操作，並將其結果記錄於表中。（表十二）

記錄：（*的資料不採用）

	塊次	一	二	三	四	五	合計	平均
大圓磁鐵	一	169	157	163	195*	144	633	158.25
	二	287	307	309	253*	265	1168	292.00
	三	353	387	380	354	367	1841	368.20
	四	399	400	394	363*	390	1583	460.25
中圓磁鐵	一	47	51	55	62	49	264	52.80
	二	69	100*	52	71	65	257	64.25
	三	107	101	112	111	124	555	111.00
	四	128	150	122	131	148	679	135.80
小圓磁鐵	一	25	41	30	48	41	185	37.00
	二	69	56	41	54	35	255	51.00
	三	57	55	61	63	56	292	58.40
	四	95	103	66	62	76	402	80.40

（表十二）



結果：相同性質的磁鐵，隨著數量的增加，磁鐵的吸力也隨著增強。

實驗十三：將數個長條磁鐵的磁極相吸或相斥，探討對整體的吸力是否有影響？

- 步驟：(一)、將磁鐵置於桌面上，在磁極 N 與 S 的正前方 6 公分處，各放上一個指南針，指針與磁鐵成 90 度，觀察並記錄偏轉的角度。(表十三-1) (表十三-2)
- (二)、在相吸方式上，將二、三和四個磁鐵置於桌面上，依照串、並聯的排列方式，重覆步驟一的過程，觀察並記錄偏轉的角度。(表十三-1)
- (三)、在相斥方式上，將二、三和四個磁鐵置於桌面上，依照串、並聯的排列方式，重覆步驟一的過程，觀察並記錄偏轉的角度。(表十三-2)

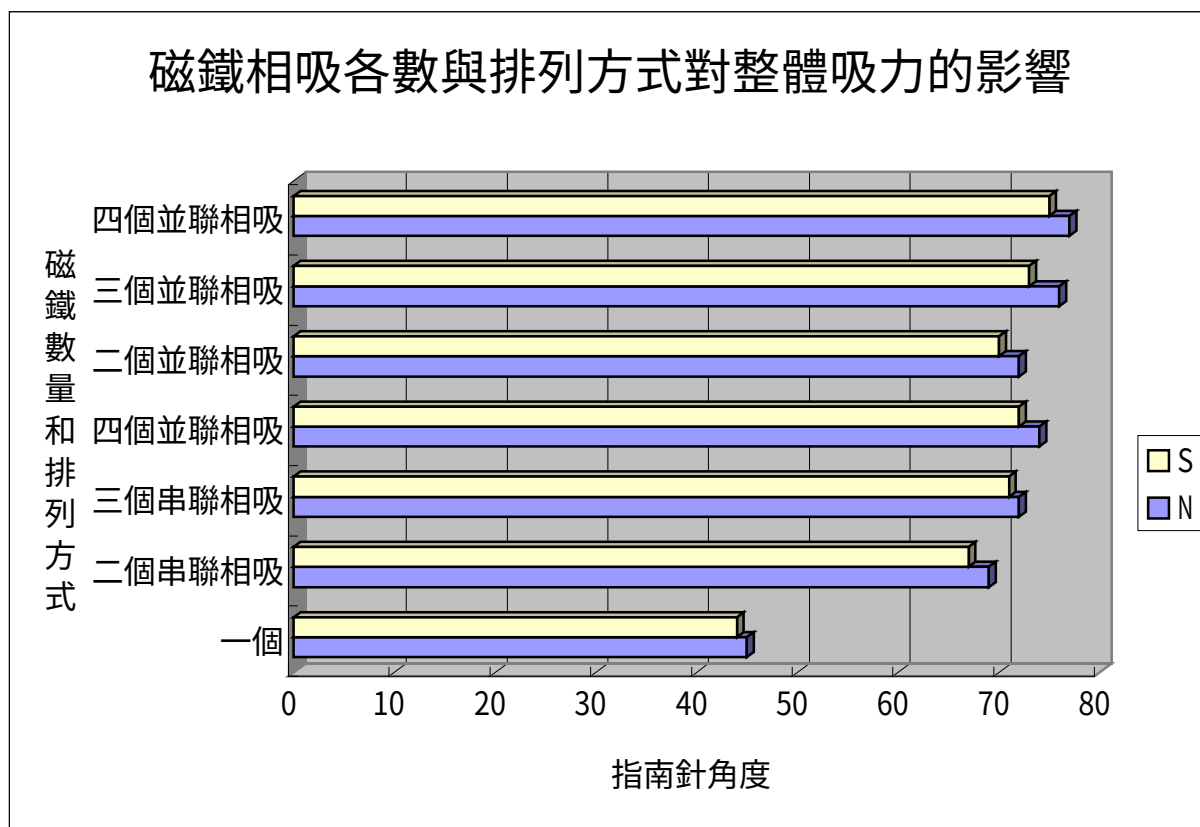
記錄：

磁鐵個數與 排列方式		一個	二個串聯相吸	三個串聯相吸	四個串聯相吸	二個並聯相吸	三個並聯相吸	四個並聯相吸
南北極	N	45	69	72	74	72	76	77
	S	44	67	71	72	70	73	75

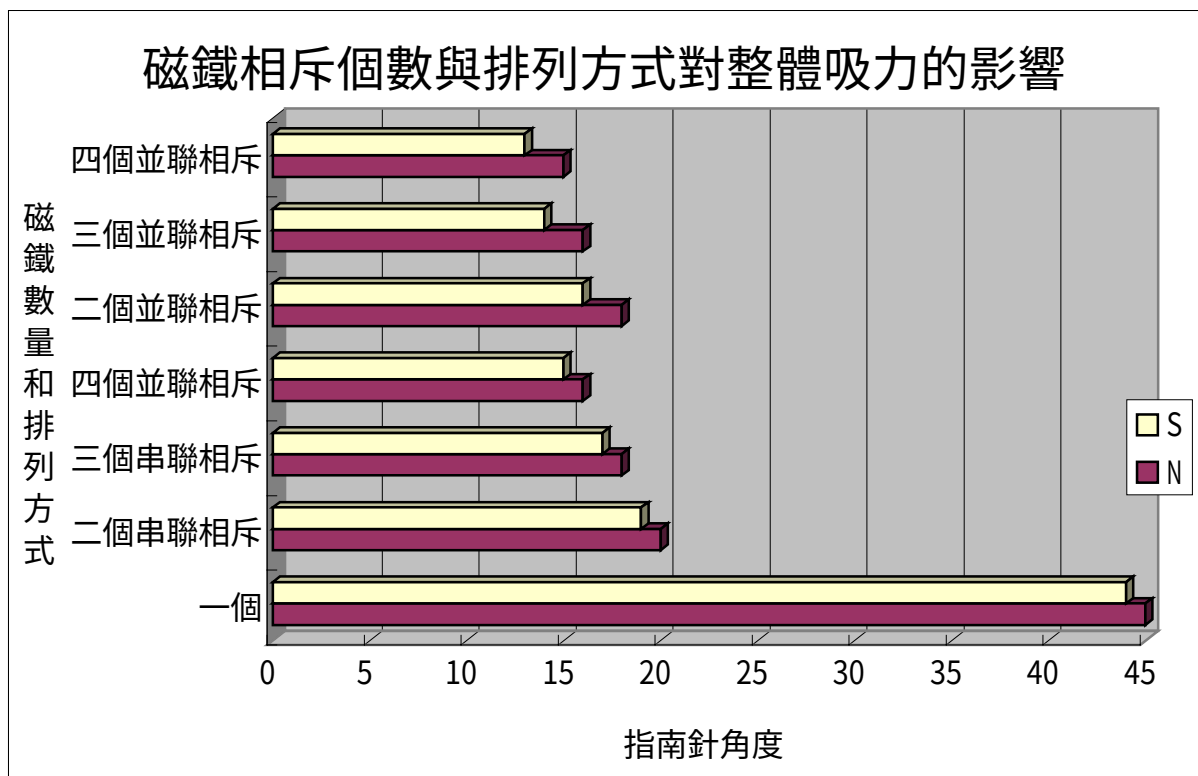
(表十三-1)

磁鐵個數與 排列方式		一個	二個串聯相斥	三個串聯相斥	四個串聯相斥	二個並聯相斥	三個並聯相斥	四個並聯相斥
		N	45	20	18	16	18	16
南北極	S	44	19	17	15	16	14	13

(表十三-2)



(圖十三-1)



(圖十三-2)

- 結果：(一)、磁鐵串聯或並聯相吸方式上，都會使整體磁力增大，由一個增加到兩個時，整體的吸力增加的幅度較大；但由兩個增加到三個時，增加的幅度較大就很少。
- (二)、磁鐵串聯或並聯相斥方式上，都會使整體磁力減弱，由一個增加到兩個時，整體的吸力減少的幅度較大；但由兩個增加到三個時，減少的幅度較大就很少。
- (三)、在串聯和並聯對整體磁力的比較上，相吸方式是並聯比串聯增加略多，相斥方式也是並聯比串聯減少略多。

實驗十四：中間物質（紙、水、玻璃或墊板）會影響磁鐵的隔空吸力嗎？

- 步驟：(一)、用棉線將圓形磁鐵懸吊在C型架子上端，使它的N極朝著下方。
- (二)、將綁上棉線的迴紋針繫在C型架子下端，使他與磁鐵相吸卻不相黏，中間留有約1.5公分的空隙。
- (三)、將準備的鐵板、鋁礦、紙板、玻璃、木板、塑膠板、墊板，逐一插入此空隙中。
- (四)、觀察並記錄結果。(表十四)

記錄：

擋得住磁力	擋不住磁力
鐵板、鋁礦...	紙板、玻璃、木板、塑膠板、墊板...

(表十四)

結果：不受磁鐵所吸引的物品，擋不住磁鐵對可以被吸引的物品所產生的隔空吸力；相反地，可以受磁鐵所吸引的物品則可以。

實驗十五：磁鐵的吸力會受溫度高低所影響嗎？

步驟：(一)、將五個圓形磁鐵依序編號為甲、乙、丙、丁和戊，並將約 600 根迴紋針散置桌上。

(二)、取出編號為甲的圓形磁鐵來吸引迴紋針，計算它所吸引的個數。(表十五)

(三)、將編號為乙、丙和丁的圓形磁鐵，分別在點燃酒精燈上烤一、三及五分鐘後，立刻來吸引迴紋針並計算個數。(表十五)

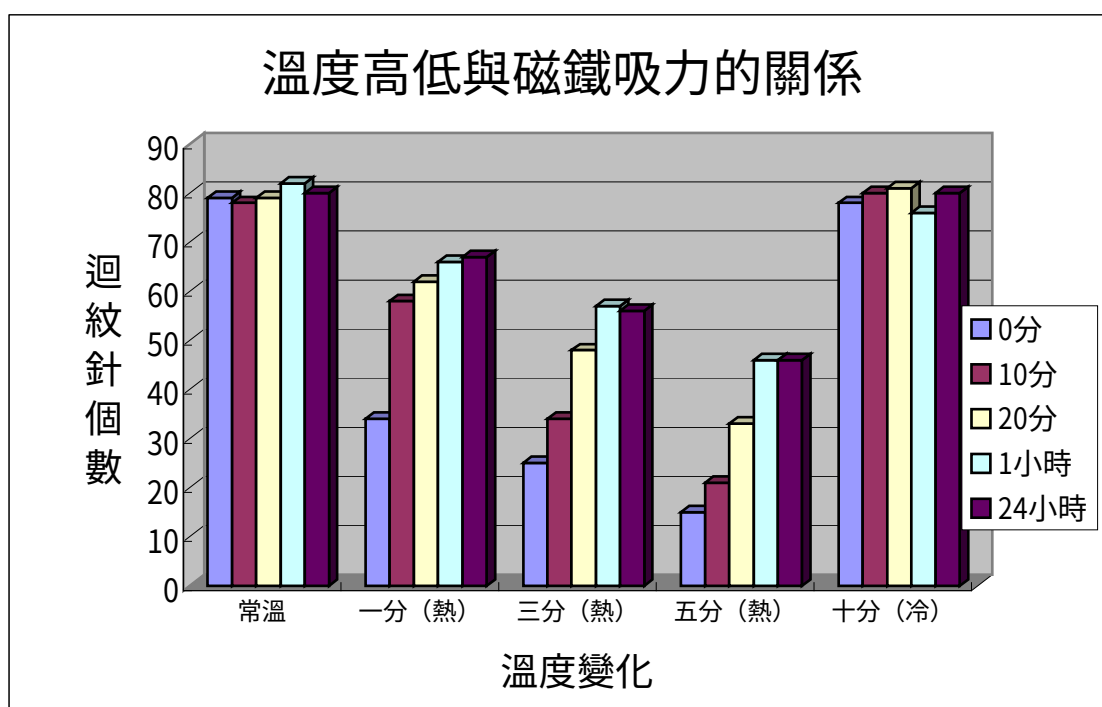
(四)、將編號為戊的圓形磁鐵置於冰箱冷凍庫約十分鐘後，取出來吸引迴紋針並計算個數。(表十五)

(五)、相隔 10 分鐘、20 分鐘、1 小時以及 24 小時後，再讓這五個圓形磁鐵分別吸引迴紋針並計算個數。(表十五)

記錄：

	冷熱時間	間隔時間				
		0 分	10 分	20 分	1 小時	24 小時
甲	室 溫	79	78	79	82	80
乙	一分 (熱)	34	58	62	66	67
丙	三分 (熱)	25	34	48	57	56
丁	五分 (熱)	15	21	33	46	46
戊	十分 (冷)	78	80	81	76	80

(表十五)



結果：(一)、磁鐵加熱愈久，磁力愈弱。

(二)、冷藏或冷凍不會影響磁力的強弱。

(三)、加熱過的磁鐵，不管時間長短，都無法恢復到原來的磁力。

實驗十六：磁鐵的吸力會受碰撞或拋落所影響嗎？

步驟：(一)、將五個圓形磁鐵依序編號為甲、乙、丙、丁和戊，並將約 600 根迴紋針散置桌上。

(二)、取出編號為甲的圓形磁鐵來吸引迴紋針，計算它所吸引的個數。（表十六）

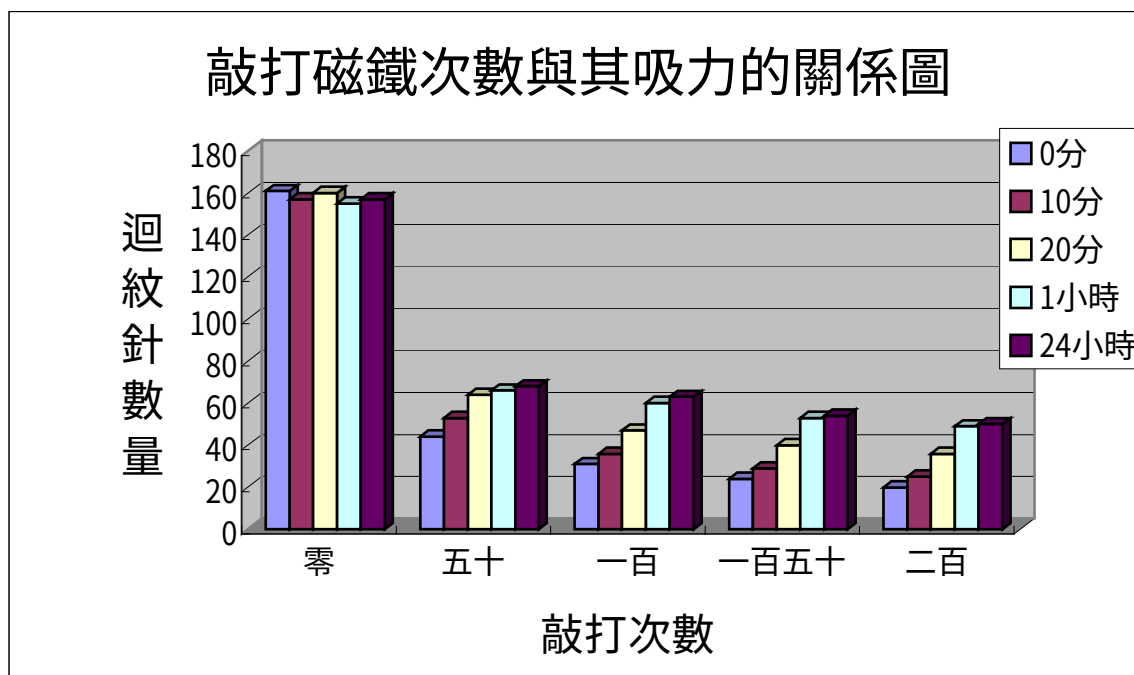
(三)、將編號為乙、丙、丁和戊的圓形磁鐵，分別以鐵鎚敲打 50、100、150 及 200 下後，立刻吸引迴紋針並計算個數。（表十六）

(四)、相隔 10 分鐘、20 分鐘、1 小時及 24 小時後，再讓這五個圓形磁鐵分別吸引迴紋針並計算個數。（表十六）

記錄：

	間隔時間 敲打次數	0 分	10 分	20 分	1 小時	24 小時
甲	零	161	157	160	155	157
乙	五十	44	53	64	66	68
丙	一百	31	36	47	60	63
丁	一百五十	24	29	40	53	54
戊	二百	20	25	36	49	50

(表十六)



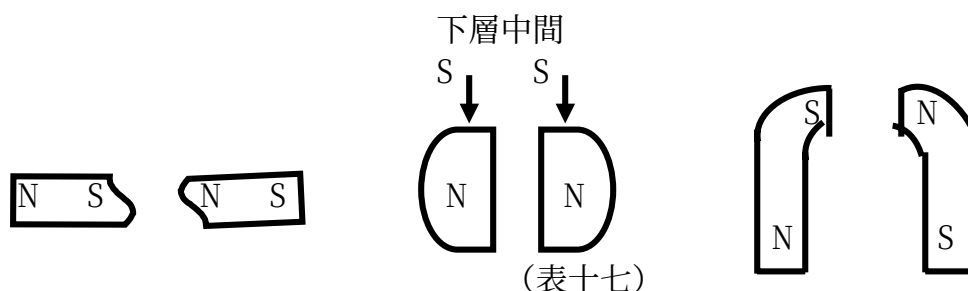
結果：(一)、磁鐵被敲打的次數愈多，磁力愈弱。

(二)、磁鐵被敲打過，磁力即遭破壞，不易恢復。

實驗十七：磁鐵被折斷後，它的磁極的變化如何？

- 步驟：(一)、準備長條、圓形、U 型三種不同形狀的磁鐵。
 (二)、用鐵鎚敲擊這些磁鐵的中間，直到敲裂成兩段。
 (三)、拿指南針去吸引磁鐵的斷裂，並將其磁極記錄下來。(表十七)

記錄：



- 結果：(一)、將長條磁鐵折斷後，其斷塊會彼此緊密吸引。
 (二)、將圓形磁鐵折斷後，其斷塊會彼此互相排斥。
 (三)、將馬蹄型磁鐵折斷後，其斷塊雖彼此互相吸引，但吸力很小。

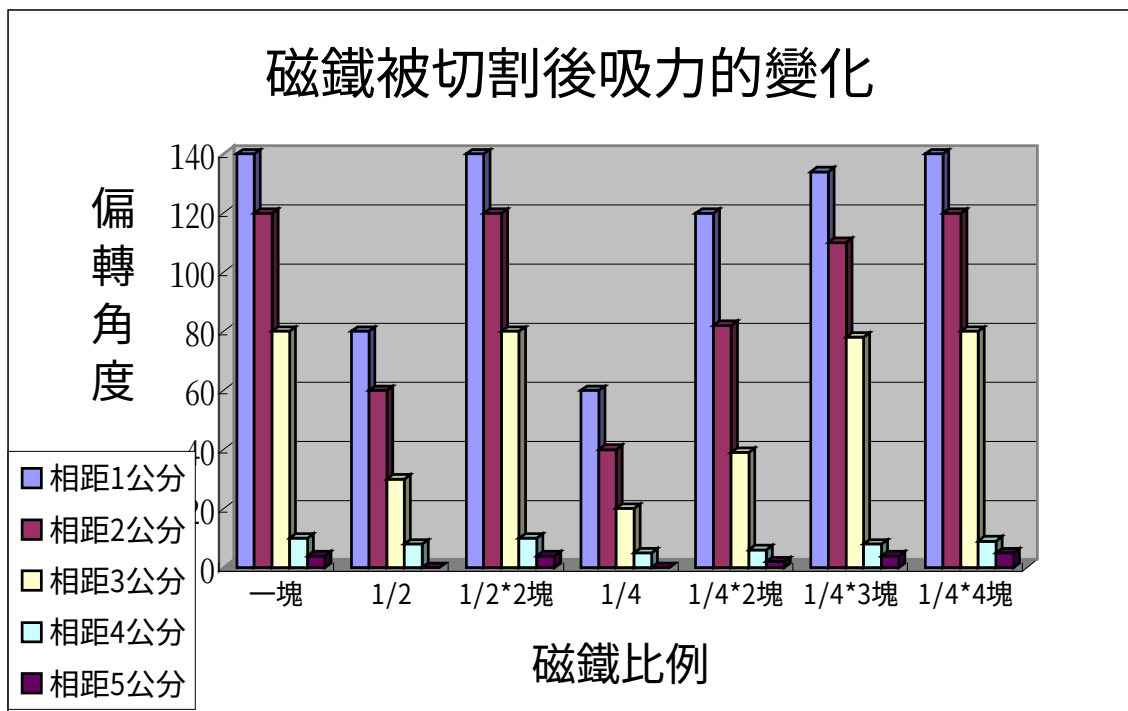
實驗十八：磁鐵被折斷後，它的磁力的變化如何？

- 步驟：(一)、準備三塊同質等長的長條磁鐵，將第一塊磁鐵的 N 極相對於指南針，觀察磁鐵與指南針距離 1、2、3、4 和 5 公分時，指針的偏轉情形，並把結果記錄下來。(表十八)
 (二)、將第二塊磁鐵切成兩塊等長的磁鐵，依照 1/2 磁鐵一塊和兩塊串聯的順序，重覆步驟一的過程，並將結果記錄下來。(表十八)
 (三)、將第二塊磁鐵切成四塊等長的磁鐵，依照 1/4 磁鐵一塊、兩塊、三塊和四塊串聯的順序，重覆步驟一的過程，並將結果記錄下來。(表十八)

記錄：

	一塊	1/2	1/2*2 塊	1/4	1/4*2 塊	1/4*3 塊	1/4*4 塊
相距 1 公分	140	80	140	60	120	134	140
相距 2 公分	120	60	120	40	82	110	120
相距 3 公分	80	30	80	20	39	78	80
相距 4 公分	10	8	10	5	6	8	9
相距 5 公分	4	0	4	0	2	4	5

(表十八)

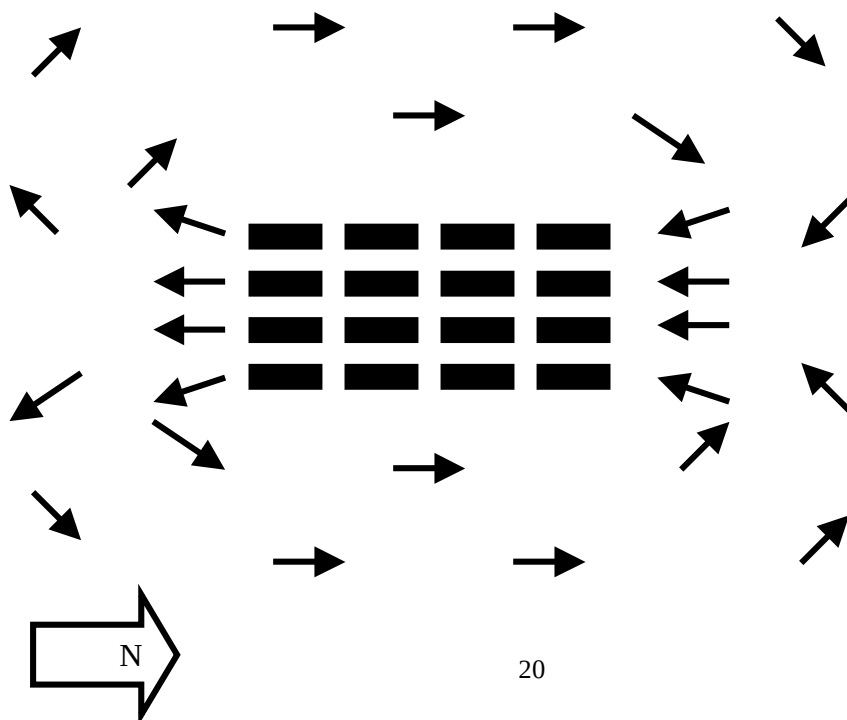


結果：(一)、將磁鐵切割成數塊，切割的數量愈多，每一塊磁鐵的吸力就愈弱。
 (二)、將切割成數塊的磁鐵相互吸引串聯在一起，它的吸力與未切割前相差不大。

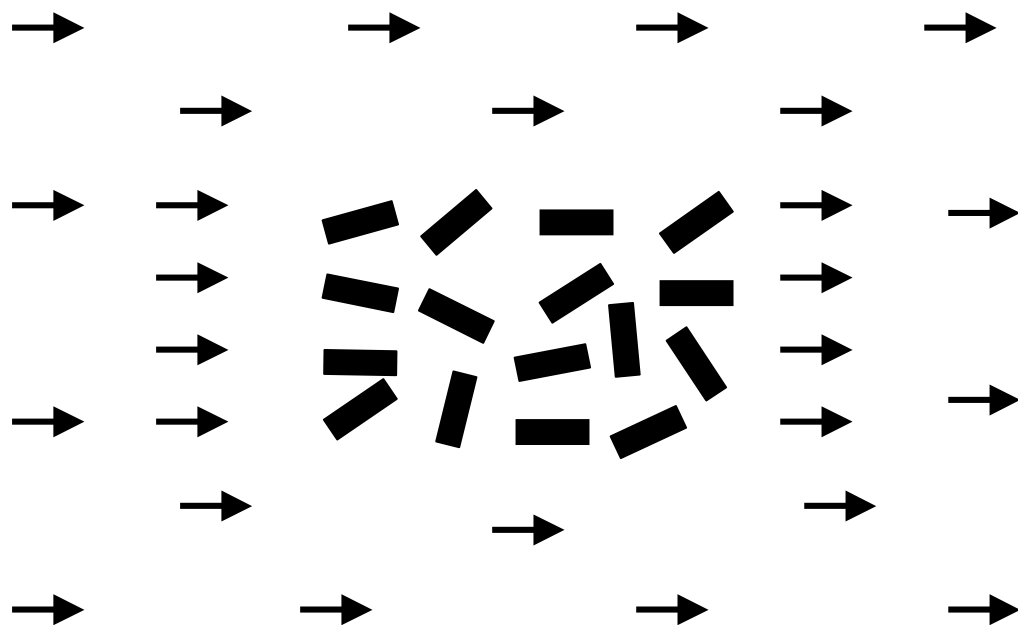
實驗十九：探討一般鐵製品為何不具磁性？

- 步驟：(一)、準備 16 塊長條磁鐵以及 26 個指南針，置於桌面上。
 (二)、將 16 塊長形磁鐵規則地排成方形，彼此 N、S 極相對並且留約 1 公分的空隙，在磁鐵的四周圍放置 26 個指南針，內圈 14 個，外圈 12 個，排成兩個同心的正方形。
 (三)、將觀察到指南針偏向的情形，描繪在紙上。(表十九- 1)
 (四)、將 16 塊長條磁鐵雜亂地散置於桌上，彼此磁極相吸或相斥並且留有空隙，再觀察這 26 指南針偏向的情形，並描繪在紙上。(表十九- 2)

記錄：



(表十九- 1)



(表十九- 2)

結果：將數個磁鐵靜置相吸，照樣形成磁力線，如同一個大型磁鐵；但若將數個磁鐵雜亂靜置，其磁力相互抵銷，指南針的指針幾乎沒有偏向。

實驗二十：增加電力，對於電磁鐵的吸力是否有影響？

步驟：(一)、準備 5 組實驗器材，編號為甲、乙、丙、丁和戊，在甲組中，將 60 公分的漆包線在圓形紙捲上繞 5 圈，中央放一根 12.5 公分的鐵釘，連上一顆電池後，放在桌上一天。

(二)、從乙、丙、丁到戊組，逐一增加電池的個數分別為 2、3、4 到 5 顆。

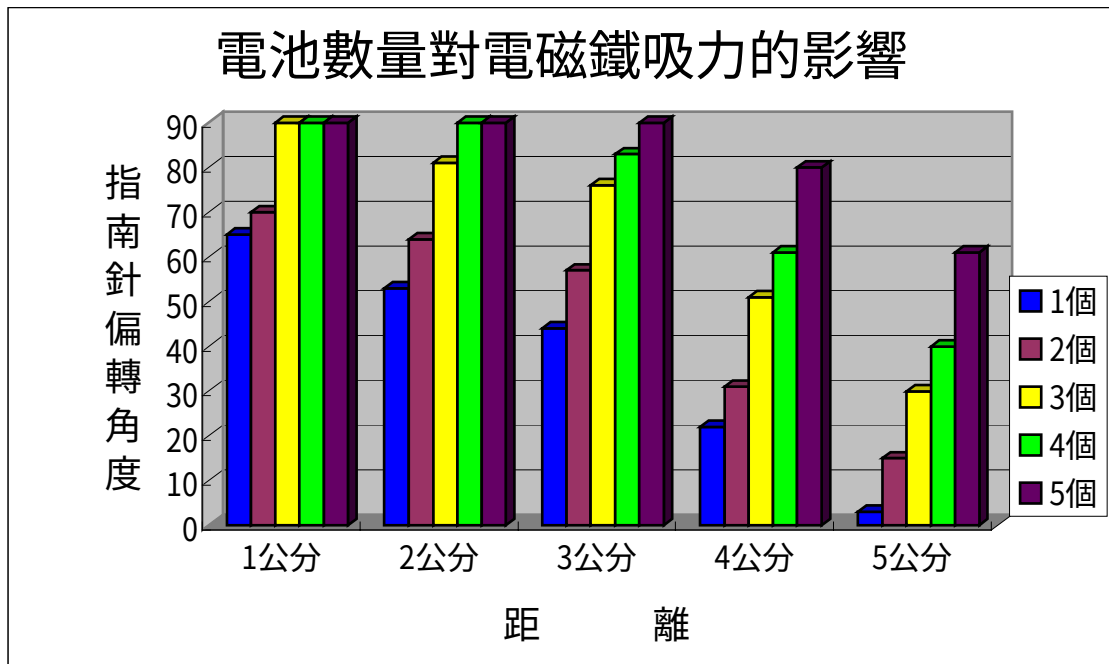
(三)、靜置一天後，把甲組的鐵釘取出並放在指南針的旁邊，與指南針成 90 度，觀察鐵釘與指南針距離 1、2、3、4 及 5 公分時，指南針的偏轉角度並記錄下來。(表二十)

(四)、將編號乙、丙、丁和戊組，分別取出及重覆步驟三的過程，並將結果記錄下來。(表二十)

記錄：

距離 電池數量		1 公分	2 公分	3 公分	4 公分	5 公分
甲	1 個	65	53	44	22	3
乙	2 個	70	64	57	31	15
丙	3 個	90	81	76	51	30
丁	4 個	90	90	83	61	40
戊	5 個	90	90	90	80	61

(表二十)



結果：增加電池的數量，電磁鐵的吸力也隨之增加。

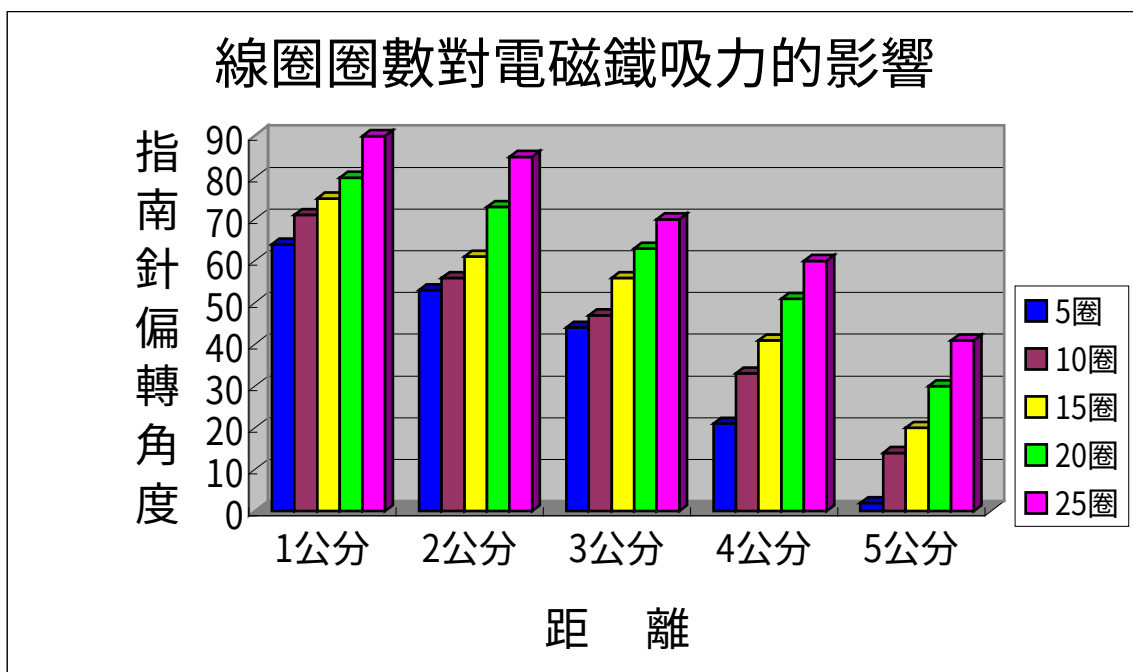
實驗二十一：增加線圈圈數，對於電磁鐵的吸力是否有影響？

- 步驟：(一)、準備 5 組實驗器材，編號為甲、乙、丙、丁和戊，在甲組中，將 60 公分的漆包線在圓形紙捲上繞 5 圈，中央放一根 12.5 公分的鐵釘，連上一顆電池後，放在桌上一天。
- (二)、從乙、丙、丁到戊組，逐一增加線圈的圈數分別為 10、15、20 到 25 圈。
- (三)、靜置一天後，把甲組的鐵釘取出並放在指南針的旁邊，與指南針成 90 度，觀察鐵釘與指南針距離 1、2、3、4 及 5 公分時，指南針的偏轉角度並記錄下來。(表二十一)
- (四)、將編號乙、丙、丁和戊組，分別取出及重覆步驟三的過程，並將結果記錄下來。(表二十一)

記錄：

距離 線圈個數		1 公分	2 公分	3 公分	4 公分	5 公分
甲	5 圈	64	53	44	21	2
乙	10 圈	71	56	47	33	14
丙	15 圈	75	61	56	41	20
丁	20 圈	80	73	63	51	30
戊	25 圈	90	85	70	60	41

(表二十一)



結果：增加線圈的圈數，電磁鐵的吸力也隨之增加。

實驗二十二：將電磁鐵實驗中的鐵釘改為永久磁鐵，探討磁鐵的吸力是否有改變？

- 步驟：(一)、準備三塊性質相同的長條磁鐵，編號為甲、乙和丙，在甲組中，將指南針置於磁鐵的 N 極前三公分處，指針與磁鐵成 90 度，測量指針偏轉的角度，再隔 10 分、1 時、一天及三天後，持續記錄指針偏轉的角度。(表二十二)
- (二)、在乙組中，取 60 公分的漆包線在圓形紙捲上繞 5 圈，中央放一塊長條磁鐵，將磁鐵的 N 極插入，連上一顆電池後，依照步驟一的擺置與間隔時間，逐一記錄指針偏轉的角度。(表二十二)
- (三)、在丙組中，重覆步驟二的過程，但換成將長條磁鐵的 S 極插入，依照間隔時間，逐一記錄指針偏轉的角度。(表二十二)

記錄：

	0 分	10 分後	1 時後	1 天後	3 天後
對照組	70	70	69	70	71
N 極插入	69	71	70	72	73
S 極插入	71	69	71	73	72

(表二十二)

結果：連接電池與線圈後，對永久磁鐵的吸力影響不大。

實驗二十三：探討感應電流與磁鐵棒兩者之間的關係。

步驟：(一)、將 200 公尺長的漆包線纏繞在圓柱紙捲上 100 圈，兩端連上微安培計。

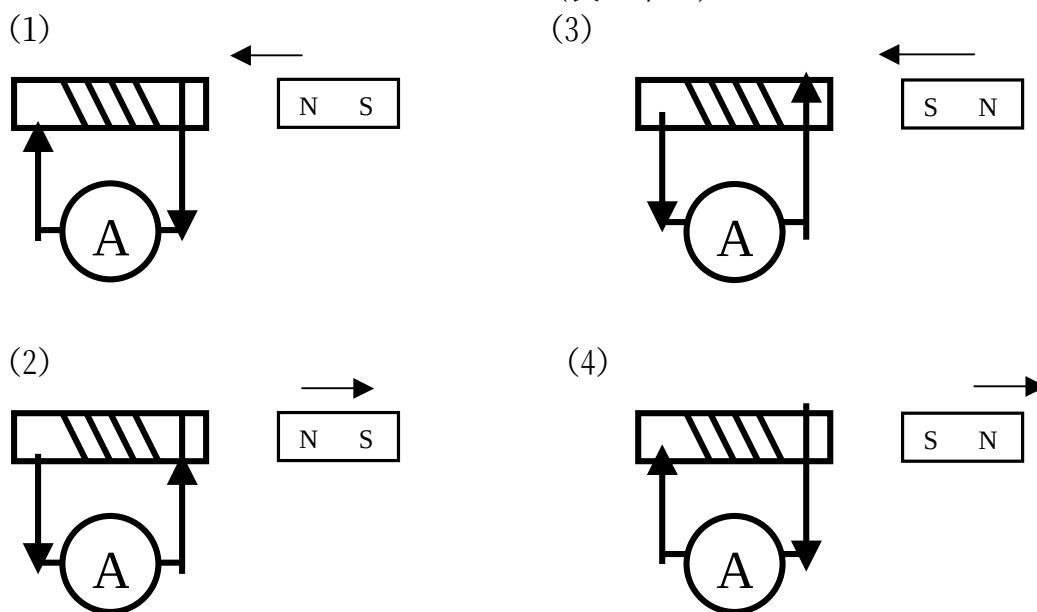
(二)、拿一塊長條磁鐵，將其 N 及 S 極依進、出紙捲的方式分成四組。

(三)、將微安培計偏轉的情形記錄下來，並繪圖表示。(表二十三)

記錄：

磁極及插入方式	微安培計偏轉情形
N 極插入	偏左
N 極拔出	偏右
S 極插入	偏右
S 極拔出	偏左

(表二十三)



結果：(一)、當磁鐵在線圈中移動時，能產生極弱的電流，需用微安培計才能測量出來。

(二)、當長條磁鐵的 N 極插入及 S 極拔出時，微安培計的指針偏左；當 S 極插入及 N 極拔出時，指針偏右。

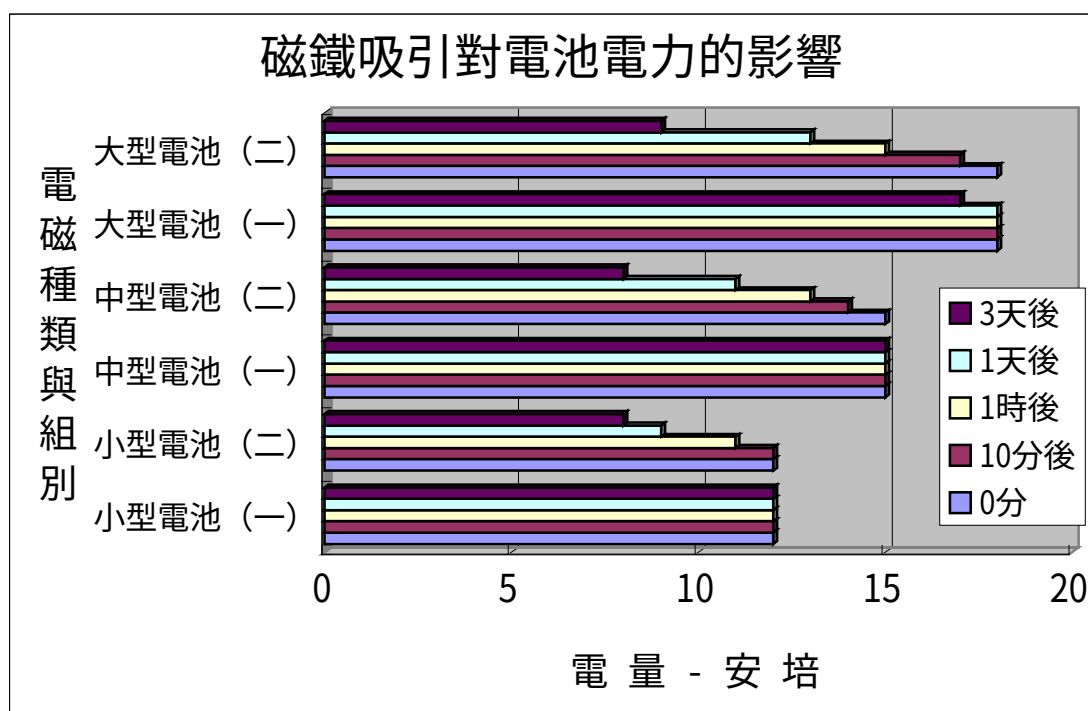
實驗二十四：乾電池受磁鐵吸引一段時間後，對它的電力是否有影響？

- 步驟：(一)、準備三種不同大小的電池個兩顆，依大、中和小型將其分成兩組，實驗前，先用三用電表分別測量其電流，並將結果記錄下來。(表二十四)
- (二)、將第一組的這三個電池（大、中和小型各一顆），在間隔 10 分、1 時、一天及三天後，持續測量其電流，將結果記錄下來。(表二十四)
- (三)、將第二組的這三個電池分別與三塊同質的長條磁鐵相吸，間隔 10 分、1 時、一天及三天後，持續測量其電流，將結果記錄下來。(表二十四)
- (三)、根據實驗的結果分析討論。

記錄：

	0 分	10 分後	1 時後	1 天後	3 天後
小型電池 (一)	12	12	12	12	12
小型電池 (二)	12	12	11	9	8
中型電池 (一)	15	15	15	15	15
中型電池 (二)	15	14	13	11	8
大型電池 (一)	18	18	18	18	17
大型電池 (二)	18	17	15	13	9

(表二十四)



結果：乾電池受磁鐵吸引的時間愈久，它的電力也隨之減弱。

陸、研究結果：

- 一、磁鐵不是只會吸引鐵製品，還能吸引銻和石墨等物品。
- 二、物品受到磁鐵吸引便會被磁化，磁化強弱則與距離有關；磁化時間愈久，吸力愈強。
- 三、可受吸引的物品與磁鐵摩擦越久，吸力越強。
- 四、燒烤和敲打都會使磁鐵和磁化物品的磁力減弱。
- 五、磁鐵的吸力不受時間和吸引物多寡的影響。
- 六、磁鐵的吸力各部不同，長條與馬蹄形的兩端較強，圓形則是上下較強。
- 七、藉由指南針來模擬磁力線，可顯示其方向性。
- 八、磁鐵的大小與吸力大小並無直接相關。
- 九、磁鐵的隔空吸力不受中間物質的影響，但可被磁鐵吸引或具有磁力的東西則例外。
- 十、折斷的磁鐵其磁極互補且磁力並無明顯減弱，但 U 型磁鐵的斷塊的磁力則明顯減弱。
- 十一、以散置的磁鐵模擬鐵製品的磁力抵銷，理解一般鐵製品為何沒有磁力。
- 十二、增加電力或線圈個數都可增加電磁鐵的吸力。
- 十三、將電磁鐵實驗中的鐵釘換成永久磁鐵，其磁力並無明顯的改變。
- 十四、感應電流會受磁鐵棒的移動方向所影響。
- 十五、與磁鐵相吸的乾電池其電力會減弱。

柒、討論：

- 一、同學們一般都認為「磁鐵」只能吸引鐵製品，對於磁鐵能吸引其他的物品，都感到十分新奇。不過，為何只有這些物品能被吸引？其本身具有何種相同的特性或結構為何？則非此次實驗所能解決的問題，有待後續實驗者的努力。
- 二、對於馬蹄型磁鐵折斷後，其斷塊部分的磁力明顯減弱許多的現象，原本認為是兩端磁極的磁力較強，轉彎處的磁力較弱，但這種解釋卻無法應用在長條磁鐵斷塊上，我們發現長條磁鐵斷塊仍為磁力很強的磁極，不亞於原本 N 極與 S 極，此非我們的能力所能解決的問題，有待後續實驗者的努力。
- 三、磁力線的方向性及磁鐵與鐵製品的結構差異，是同學們難理解、老師難說明的現象，故在師生共同深思討論後，前者用 26 個指南針排成兩圈（外 12 個，內 14 個）來顯示，如此它的方向性便清晰易懂了；後者則用數個同形的磁鐵來模擬，再加上 26 個指南針，經由磁鐵雜亂排列且擾亂彼此的磁力結構，指針上已難顯現其完整的磁力線，正可說明一般鐵製品並非不具磁力，只是內部彼此抵銷罷了。
- 四、在實驗中，針對磁力大小的測量方式有兩種：一種是觀察指南針的偏轉角度，使用於測量較細微的磁力差異；另一種是計算迴紋針的個數，使用於測量差異較大的磁力現象。
- 五、永久磁鐵為何不能成為通電後電磁鐵的材料，經由此次實驗後得知其原因乃是：通電後對其磁力的影響不大，所以才不能成為電磁鐵的材料。
- 六、「磁力能產生電力！」這也是大多數學生感到新奇的問題，在此次實驗中，藉由長條磁鐵在線圈中的移動，可由微安培計測量出其電力，雖然它所產生的電力極少，但這種「電生磁、磁生電」可交換循環的觀念，已深刻地印在同學們的腦海裡。另外，有趣的是將電池與磁鐵長時間接觸，卻會消耗其電力。

捌、結 論：

- 一、經由這些實驗結果，我們可以得知：未具有磁力的鐵製品，可經由與磁鐵摩擦或接觸以及線圈通電而具有磁力，其中以線圈通電的效果最好；已具有磁力的永久磁鐵，除非有燒烤或敲打等外力因素的影響，否則其磁力很難減弱。
- 二、在電與磁的實驗中，可經由電池與線圈使鐵釘具有磁力，反之，也可用永久磁鐵在線圈中的進出而產生微弱的電力。由此可知，電與磁之間是雙向的關係，而非單向的關係。
- 三、由於磁力是超距力，故距離愈近，吸力愈強，中間若插入不會被吸引的物質，其磁力不受影響，但若是具有磁力或可被吸引的物品則不然。
- 四、磁鐵的磁力與其形狀或大小並無直接的關係，故不能從外觀上來認定磁鐵的體積愈大，磁力便愈強；也不能認定哪一種形狀的磁鐵，其磁力一定較強，這應視其本身的結構與性質而定。
- 五、就數個長條磁鐵的相吸而言，串聯或並聯相吸，都可增加其磁力，且並聯比串聯略增；就相斥而言，串聯或並聯相斥，都會減少其磁力，且並聯比串聯略多。增加第一個磁鐵時，對原先磁力大約增減 60 % 左右，不過，增加第二個磁鐵時，對原先磁力大約增減變降至 10 % 左右，往後增加磁鐵的增減影響便愈來愈小了。
- 六、磁鐵受熱會影響其磁力，故最好放在低溫的地方。

玖、參考資料及其他：

- 一 王國和，從大霹靂到電的產生，初版，台灣台北市，理科出版社，民國 84 年 1 月。
- 二 永井昭三，有趣的自然遊戲，初版，台灣台北市，光復書局，民國 82 年 9 月。
- 三 石資民，磁鐵和磁學，初版，台灣台北市，環華出版社，民國 71 年 10 月。
- 四 沈嘉祥，動力與應用，初版，台灣台北市，東方出版社，民國 75 年 7 月。
- 五 沈嘉祥等，科學大辭典－物理，再版，台灣台北市，人文出版社，民國 70 年 10 月。
- 六 李惠珠，電氣與磁力之謎，二版，台灣台北市，護幼社文化事業公司，民國 80 年 3 月。
- 七 呂紹鄂，小小科學家，初版，台灣台北市，冠南出版社，民國 83 年 1 月。
- 八 何壽川，磁鐵，初版，台灣台北市，上誼文化實業公司，民國 81 年 9 月。
- 九 林金鏞，空氣和磁鐵，三版，台灣台北市，適用文化事業，民國 76 年 12 月。
- 十 林春輝，磁鐵，初版，台灣台北市，光復出版社，民國 75 年 1 月。
- 十一 林春輝，大英科技百科全書，再版，台灣台北市，光復出版社，民國 75 年 2 月。
- 十二 林春輝，科學腦小百科，初版，台灣台北市，光復書局，民國 84 年 10 月。
- 十三 林訓民，大知識小百科，初版，台灣台北市，青林國際出版股份有限公司，民國 85 年 1 月。
- 十四 夏文瑜，磁鐵的奧秘，初版，台灣台北市，明統圖書公司，民國 77 年 6 月。
- 十五 連秀華，幼獅少年百科全書，初版，台灣台北市，幼獅文化事業公司，民國 74 年 8 月。
- 十六 陳天賜，磁鐵和磁場，初版，台灣台北市，翰林出版社，民國 76 年 11 月。
- 十七 許鐘榮，力和運動，二版，台灣台北市，錦繡文化企業，民國 83 年 3 月。
- 十八 黃崇城，自然課本第（四）、十（一）、十二冊，初版，台灣台北市，牛頓出版社，民國 91 年 2 月。
- 十九 雷奧岡，科學世界追追追，初版，台灣台北市，國語日報社，民國 85 年 11 月。
- 二十 羅煥記，岩石和礦物，二版，台灣台北市，圖文出版社，民國 74 年 3 月。
- 二十一 地磁和指南儀器，<http://www.bud.org.tw/ivia/ivia20.hun>
- 二十二 磁鐵與地球磁場，<http://user.nksh.edu.tw/>
- 二十三 電磁感應，<http://user.nksh.tp.edu.tw/Tause>