

物理科

科別：物理科

組別：國中組

作品名稱：雷射與磁片的對話—電浮、靜電力、磁力

關鍵詞：電浮、靜電力、磁力

編號：030114

學校名稱：

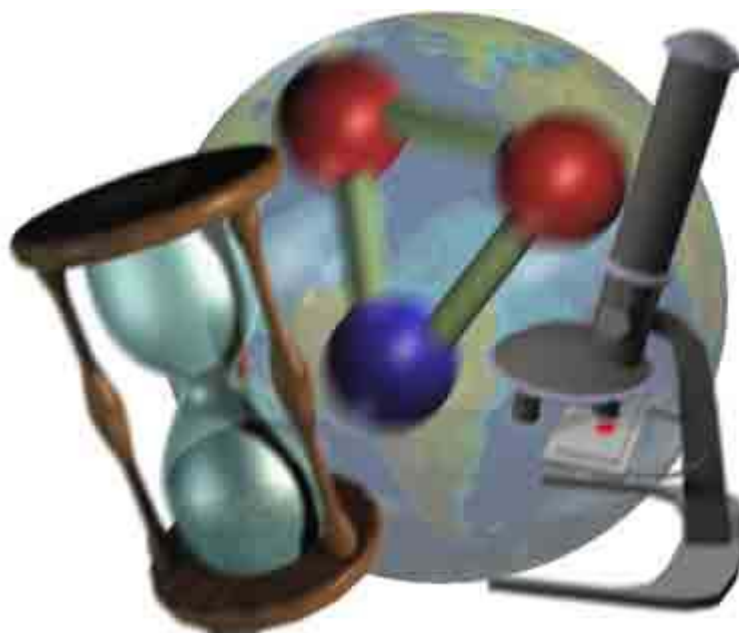
台南市立後甲國民中學

作者姓名：

王緒湟、王聆、余明翰、張庭樵

指導老師：

林麗華、吳采坪



摘要

理化課談到「靜電」，我們玩了很多靜電的遊戲，我們再開創「電浮」…等等有趣的靜電實驗；也利用雷射與磁片對話的「放大」作用，測量出微弱的靜電力，並進而測量磁鐵的磁力且證明磁鐵的磁力和距離平方成反比。

壹、研究動機

理化課談到「靜電」，我們玩了很多靜電的遊戲，我們除了想再開創一些有趣的遊戲之外，也想如何具體的測量靜電力的大小。

貳、研究目的

- 1 開創一些有趣的「靜電」遊戲。
- 2 設計實驗來測量「靜電力」的大小。
- 3 設計實驗來測量「磁力」的大小。
- 4 設計可廣泛測量多種不同材質，彎曲形變的彈性係數的實驗。

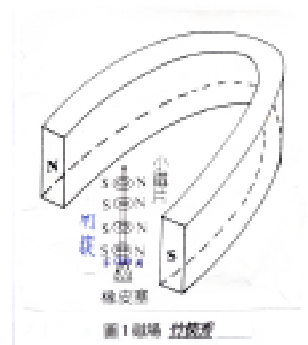
參、實驗器材

雷射筆、磁片、書架、塑膠棒、布、蒲公英種子、口香糖鋁箔、玻棒、橡皮塞、寶特瓶、方格紙、尺、電腦、電子天平、剪刀、保險絲、捲尺、磁鐵。

肆、實驗方法及步驟

實驗 1：不讓磁浮專美於前---「電浮」

1. 以磁鐵和鐵片作「磁浮」實驗，如圖 1，照片 1。
2. 取出磁片，套在塑膠管 A 上，用布摩擦塑膠管 B，塑膠管 B 靠近磁片，觀察之，如照片 2。
3. 把塑膠管 A 平拿，用布摩擦塑膠管 B，塑膠管 B 靠近磁片，觀察之，如照片 3。
4. 口香糖鋁箔，燒掉紙，剪成圓形，中間挖洞，套上玻棒，裝置如照片 4。
5. 寶特瓶切掉底部。
6. 把照片 4 玻棒平拿，用布摩擦寶特瓶，把寶特瓶套在玻棒上，觀察之，如照片 5。
7. 把照片 4 玻棒垂直放在桌上，用布摩擦寶特瓶，把寶特瓶套在玻棒上，觀察之，如照片 6。



實驗 2：磁片的旋轉，檢驗靜電

1. 鉛筆放在書鎮上，用布摩擦塑膠管或寶特瓶，把塑膠管或寶特瓶靠近鉛筆，觀察之，如照片 7。
2. 給磁片一個轉軸，裝置如圖 2。
3. 用布摩擦塑膠管或寶特瓶，把塑膠管或寶特瓶靠近磁片，觀察



之，如照片 8。

實驗 3. 蒲公英 follow me

1. 塑膠管或保特瓶用布摩擦後，靠近蒲公英種子，觀察之，如照片 9。
2. 塑膠管或保特瓶用布摩擦後，靠近木棉花種子、蔥膜、蒜膜，如照片 10。

實驗 4. 靜電力的測量

1. 取出磁片，用白膠黏在木板上，如圖 3 照片 11。
2. 方格紙貼在書架木板上。
3. 雷射筆、磁片、銅片、書架、方格紙，裝置如圖 4，以水平儀調整，使方格紙及貼磁片的木板皆成水平。
4. 量出貼在木板上的磁片到方格紙的垂直距離。
5. 雷射反射後，畫出在方格紙上的位置。
6. 從尾端剪掉一小塊銅片，用電子天平秤出此銅片的重。
7. 繼續每次剪一塊銅片，記錄雷射反射的位置及剪下銅片的重，直至銅片完全剪光為止。
8. 數據輸入電腦，找出關係式，如表 1 及圖 5，表 2 及圖 6，表 3 及圖 7。
9. 找出磁片的「狀態方程式」。
10. 用布摩擦塑膠管或寶特瓶，把塑膠管或寶特瓶靠近磁片，觀察並紀錄雷射光反射的位置 X，如照片 12。
11. 把 X 代入狀態方程式，即可求出靜電力。



圖 3 磁片貼在木板上

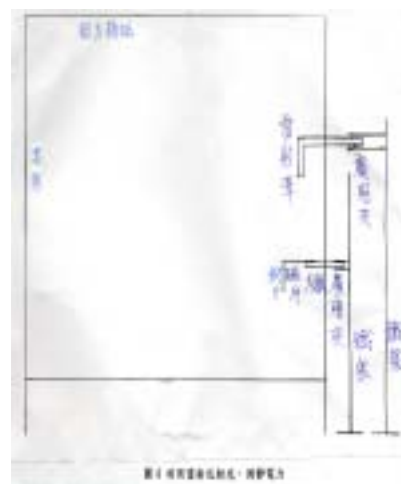


圖 4 雷射筆照射磁片，雷射光反射

實驗 5 靜電力測量的應用

1. 分別測乾布摩擦塑膠棒與濕布摩擦塑膠棒對磁片產生靜電力的影響，實驗數據如表 4(一)
2. 乾布摩擦塑膠棒，塑膠棒離磁片較遠或較近時，對磁片而言，其靜電力的大小。實驗數據如表 4(二)。

實驗 6 磁力的測量

1. 把捲尺剪成鐵條，黏在木板上。
2. 方格紙貼在書架木板上。
3. 雷射筆、鐵條、保險絲、書架裝置如照片 13。(圖 4 的磁片改為鐵條，銅片改為保險絲)
4. 量出貼在木板上的鐵條到方格紙的垂直距離。
5. 雷射反射後，畫出在方格紙上的位置。
6. 從尾端剪掉一小塊保險絲，用電子天平秤出此保險絲的重。
7. 繼續每次剪一塊保險絲，記錄雷射反射的位置及剪下保險絲的重，直至保險絲完全剪光為止。
8. 數據輸入電腦，找出關係式，如表 5 及圖 8，表 6 及圖 9。
9. 找出捲尺的「狀態方程式」。
10. 磁鐵放在捲尺下方，觀察並紀錄雷射光反射的位置 X，如照片 14。

11. 把 x 代入狀態方程式，即可求出磁力。

實驗 7 磁力與距離的關係

1. 把磁鐵放在捲尺下方，觀察並紀錄雷射光反射的位置 x ，改變磁鐵到捲尺的距離，紀錄 x
2. 把 x 代入「狀態方程式」，算出磁力，找出磁力與距離平方的關係，如表 7 及圖 10。

伍、實驗數據及結果

實驗 4

磁片到方格紙的垂直距離 56.3 cm

表 1

第一次實驗				
次數	銅片原重(gw)	每次剪掉的銅片重(gw)	銅片重(gw)	雷射反射的位置(cm)
1	0.4564	0.0000	0.4564	46.70
2	0.4564	0.0263	0.4301	44.20
3	0.4564	0.0502	0.4062	41.60
4	0.4564	0.0637	0.3927	40.20
5	0.4564	0.0908	0.3656	37.20
6	0.4564	0.1066	0.3498	35.40
7	0.4564	0.1191	0.3373	34.15
8	0.4564	0.1328	0.3236	32.60
9	0.4564	0.1400	0.3164	30.85
10	0.4564	0.1472	0.3092	30.95
11	0.4564	0.1611	0.2953	29.60
12	0.4564	0.1727	0.2837	28.30
13	0.4564	0.1867	0.2697	26.80
14	0.4564	0.2121	0.2443	24.00
15	0.4564	0.2279	0.2285	22.30
16	0.4564	0.2427	0.2137	20.70
17	0.4564	0.2622	0.1942	18.60
18	0.4564	0.2792	0.1772	16.70
19	0.4564	0.2876	0.1688	15.90
20	0.4564	0.2957	0.1607	14.90
21	0.4564	0.3087	0.1477	13.60
22	0.4564	0.3214	0.1350	12.20
23	0.4564	0.3360	0.1204	10.65
24	0.4564	0.3450	0.1114	9.60
25	0.4564	0.3506	0.1058	9.00
26	0.4564	0.3606	0.0958	8.10

27	0.4564	0.3690	0.0874	7.20
28	0.4564	0.3779	0.0785	6.30
29	0.4564	0.3869	0.0695	5.40
30	0.4564	0.3955	0.0609	4.50
31	0.4564	0.4119	0.0445	3.00
32	0.4564	0.4251	0.0313	2.20
33	0.4564	0.4564	0.0000	0.00

圖 5

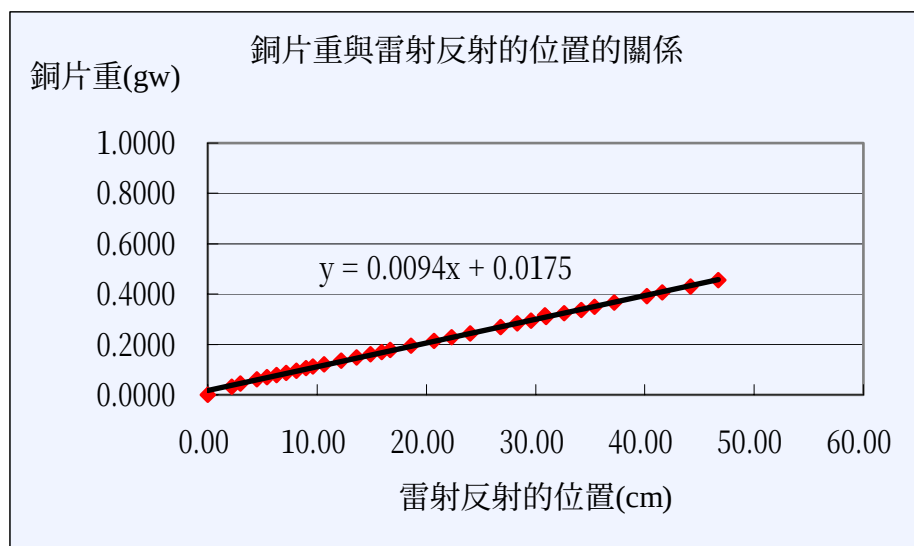


表 2

第二次實驗				
次數	銅片原重(gw)	每次剪掉的銅片重(gw)	銅片重(gw)	雷射反射的位置 (cm)
1	0.3766	0.0000	0.3766	30.40
2	0.3766	0.0178	0.3588	29.75
3	0.3766	0.0324	0.3442	29.35
4	0.3766	0.0554	0.3212	27.75
5	0.3766	0.0677	0.3089	26.80
6	0.3766	0.0824	0.2942	25.70
7	0.3766	0.0991	0.2775	24.45
8	0.3766	0.1230	0.2536	22.45
9	0.3766	0.1358	0.2408	20.15
10	0.3766	0.1505	0.2261	19.90
11	0.3766	0.1637	0.2129	18.75
12	0.3766	0.1841	0.1925	16.75
13	0.3766	0.2038	0.1728	14.85

14	0.3766	0.2216	0.1550	13.15
15	0.3766	0.2419	0.1347	11.20
16	0.3766	0.2544	0.1222	9.85
17	0.3766	0.2691	0.1075	8.45
18	0.3766	0.2887	0.0879	6.95
19	0.3766	0.3043	0.0723	5.35
20	0.3766	0.3178	0.0588	4.15
21	0.3766	0.3315	0.0451	2.95
22	0.3766	0.3489	0.0277	1.75
23	0.3766	0.3766	0.0000	0.00

圖 6

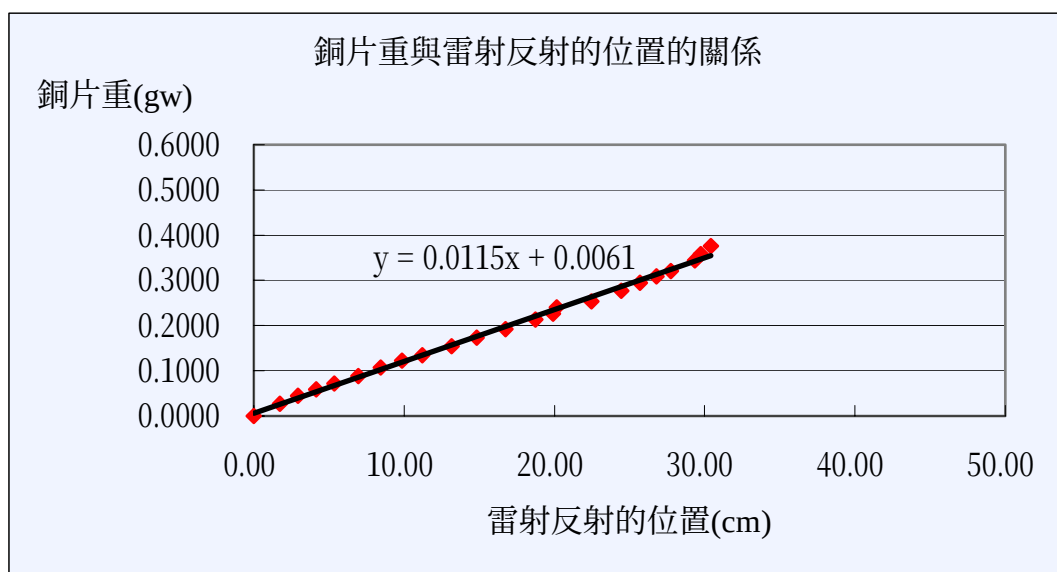
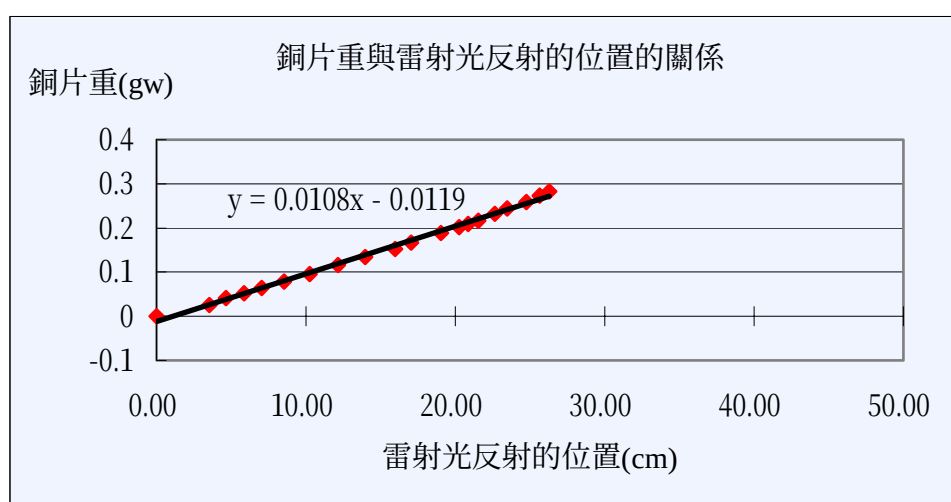


表 3

第三次實驗			
銅片原重(gw)	每次剪掉的銅片重(gw)	銅片重(gw)	雷射反射的位置(cm)
0.2827	0	0.2827	26.30
0.2827	0.0098	0.2729	25.65
0.2827	0.0242	0.2585	24.75
0.2827	0.0388	0.2439	23.45
0.2827	0.0505	0.2322	22.65
0.2827	0.0658	0.2169	21.55
0.2827	0.0731	0.2096	20.85
0.2827	0.0805	0.2022	20.25
0.2827	0.0939	0.1888	19.05

0.2827	0.1152	0.1675	17.05
0.2827	0.1298	0.1529	15.95
0.2827	0.1489	0.1338	13.95
0.2827	0.1669	0.1158	12.15
0.2827	0.1872	0.0955	10.25
0.2827	0.2045	0.0782	8.55
0.2827	0.2186	0.0641	7.05
0.2827	0.2304	0.0523	5.85
0.2827	0.2419	0.0408	4.65
0.2827	0.2566	0.0261	3.55
0.2827	0.2827	0	0.00

圖 7



磁片「狀態方程式」為

$$Y=0.0106X+0.0039$$

實驗 5

表 4(一)

種類	乾濕布 (塑膠棒到磁片的距離：7.0cm)				
	雷射光位置 (cm)		靜電力(gw)		靜電力相 差(gw)
	乾布	濕布	乾布	濕布	
第一次	24	0	0.2583	0.0039	0.2544
第二次	23	0	0.2477	0.0039	0.2438

平均		0.2491
----	--	--------

表 4(二)

種類	改變塑膠棒到磁片的距離				
	距離遠近（遠距 14cm 近距 6.5cm）				
	雷射光位置 (cm)		靜電力(gw)		靜電力相 差(gw)
	遠距	近距	遠距	近距	
第一次	2	12	0.0251	0.1311	0.1060
第二次	5	16	0.0569	0.1735	0.1166
平均					0.1113

實驗 6

鐵條到方格紙的垂直距離 54.7 cm

表 5

第一次實驗				
次數	保險絲原重(g)	每次剪掉的保險絲重(g)	保險絲重(g)	雷射光反射的距離(cm)
1	2.1470	0.0000	2.1470	38.60
2	2.1470	0.2017	1.9453	34.05
3	2.1470	0.3166	1.8304	31.95
4	2.1470	0.4523	1.6947	29.25
5	2.1470	0.6126	1.5344	26.10
6	2.1470	0.8901	1.2569	21.25
7	2.1470	1.0078	1.1392	19.10
8	2.1470	1.1156	1.0314	17.55
9	2.1470	1.2416	0.9054	15.45

10	2.1470	1.4348	0.7122	12.55
11	2.1470	1.5483	0.5987	10.90
12	2.1470	1.7523	0.3947	8.25
13	2.1470	2.1470	0.0000	0.00

圖 8

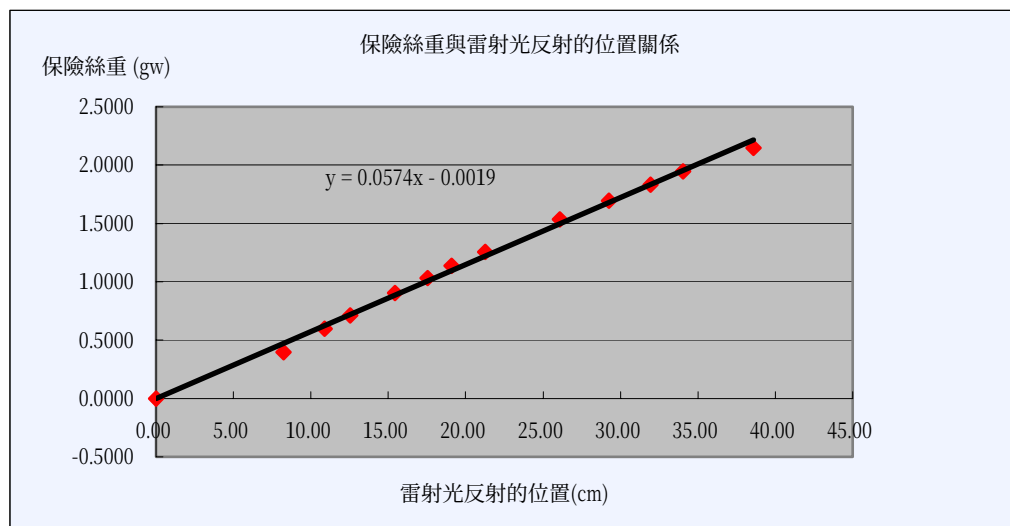
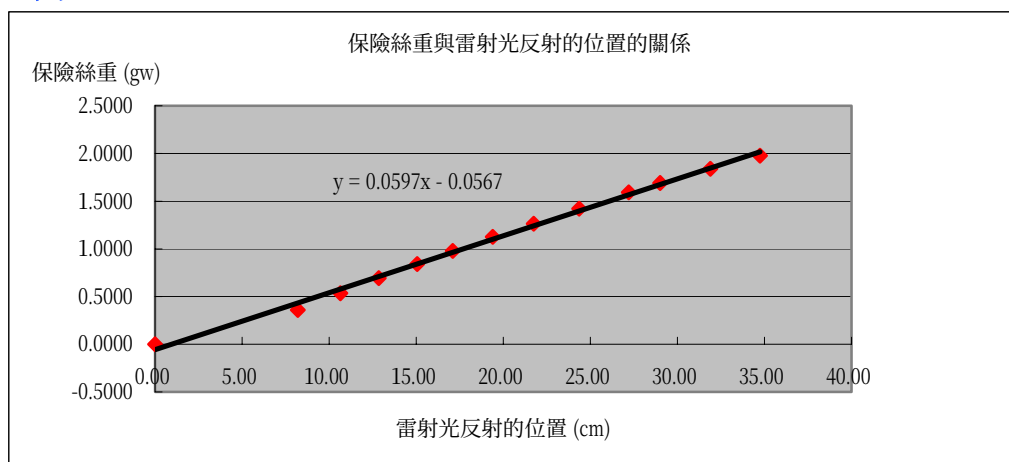


表 6

第二次實驗				
次數	保險絲原重(g)	每次剪掉的保險絲重(g)	保險絲重(g)	雷射光反射的位置(cm)
1	1.9772	0.0000	1.9772	34.75
2	1.9772	0.1393	1.8379	31.90
3	1.9772	0.2874	1.6898	29.00
4	1.9772	0.3847	1.5925	27.20
5	1.9772	0.5557	1.4215	24.35
6	1.9772	0.7139	1.2633	21.75
7	1.9772	0.8518	1.1254	19.40
8	1.9772	0.9988	0.9784	17.10
9	1.9772	1.1352	0.8420	15.05
10	1.9772	1.2855	0.6917	12.85

11	1.9772	1.4425	0.5347	10.65
12	1.9772	1.6180	0.3592	8.20
13	1.9772	1.9772	0.0000	0.00

圖 9



鐵條的「狀態方程式」為

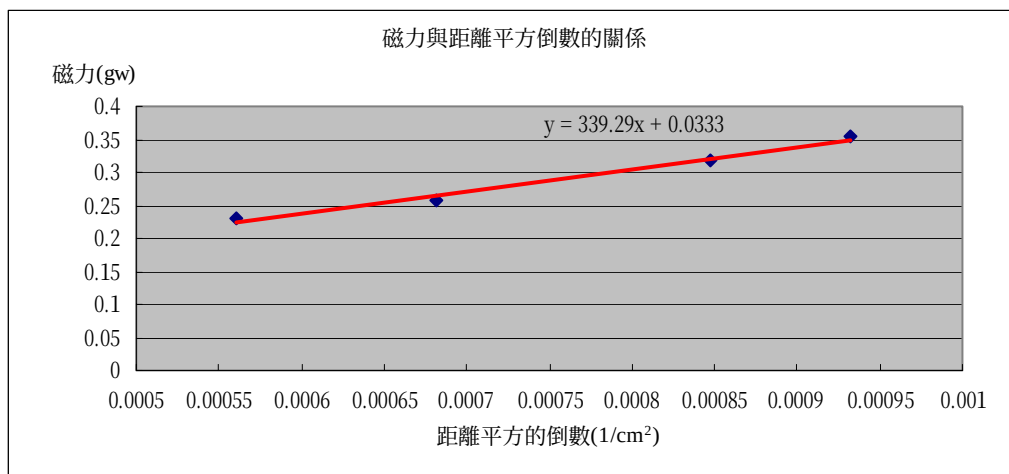
$$Y=0.05855X-0.0293$$

實驗 7

表 7

第一次實驗					
次數	距離(cm)	距離平方(cm) ²	距離平方的倒數 1/cm ²	雷射光反射的位置(cm)	磁力 (gw)
1	42.25	1785.063	0.000560204	7.2	0.39226
2	38.3	1466.89	0.000681714	7.7	0.421535
3	34.35	1179.923	0.000847513	8.8	0.48594
4	32.75	1072.563	0.000932347	9.5	0.526925

圖 10



陸、總結論及總討論：

實驗 1：

- 1 照片 1「磁浮」實驗，小鐵環同極相斥，效果明顯。
- 2 照片 2「電浮」實驗，磁片太重，靜電力太小，磁片浮不起來。
- 3 照片 3 同種電相斥，磁片因互相排斥而分開。
- 4 磁片改為鋁箔，把照片 4 玻棒平拿，用帶電的的寶特瓶當「金鐘罩」，整個罩住鋁箔，鋁箔因帶同種電相斥而分開，如照片 5。
- 5 照片 4 玻棒垂直放桌上，用帶電的的寶特瓶當「金鐘罩」，整個罩住鋁箔，鋁箔相斥而分開，「電浮」實驗成功了，如照片 6。

實驗 2：

- 1 照片 7 鉛筆旋轉，照片 8 磁片旋轉。
- 2 無論是鉛筆或磁片，少量靜電即可看到它們旋轉。
- 3 照片 7 鉛筆易掉落，照片 8 的好處是磁片不會掉落。

實驗 3：

- 1 蒲公英種子、木棉花種子、蔥膜、蒜膜，都可被帶電的塑膠或寶特瓶吸引。如照片 9、照片 10。
- 2 用寶特瓶即可實驗，器材隨手可得。
- 3 生物的東西，也可作靜電實驗，也許有些種子除了靠風力決定它的去處之外，靜電力也是它落腳處的決定因素之一。

實驗 4：

- 1 若入射線不變，鏡面轉動 θ ，則反射線轉動 2θ ，利用此原理，把磁片受力形變的效果「放大」。
- 2 拉大磁片與方格紙的距離，把磁片受力形變的效果再「放大」。
- 3 磁片的狀態方程式為 **$Y=0.0106X+0.0039$**
4. 未知的靜電力，只要帶電體放在磁片下方，讀出雷射光反射位置 X 值，即可算出靜電力 Y

- 5 若靜電力太大，雷射光反射超出方格紙外，可把方格紙高度下降，量出磁片到方格紙距離，再利用相似三角形，比出當磁片與方格紙距離為56.3cm時的數值X，即可帶入「狀態方程式」，求出靜電力。

實驗 5：

1. 用乾布摩擦產生靜電，效果較好；用濕布摩擦，幾乎不產生靜電。
2. 距離較近，靜電力較大；距離較遠，靜電力較小。

實驗 6：

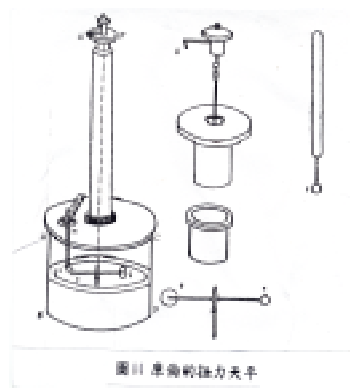
1. 利用鐵條能夠被磁鐵吸引及鐵條具有彈性的特性，來測出「狀態方程式」
2. 因銅片重量不易使鐵條產生形變，故改用保險絲替代。
3. 鐵條的狀態方程式為 $Y=0.05855X-0.0293$
4. 未知的磁力，只要磁鐵放在鐵條下方，讀出雷射光反射位置 X 值，即可算出磁力 Y
- 5 若磁力太大，雷射光反射超出方格紙外，可把方格紙高度下降，量出鐵條到方格紙距離，再利用相似三角形，比出當鐵條與方格紙距離為54.7cm時的數值X，即可帶入「狀態方程式」，求出磁力。
6. 狀態方程式的斜率有彎曲形變的彈性係數的涵義。
7. 用此方法，可進一步研究彈性係數。

實驗 7：

1. 同一塊磁鐵，距離愈近，磁力愈強
2. 同一塊磁鐵，磁力與距離的平方的倒數成正比，如圖 10。也就是磁力與距離的平方成反比。

綜合上述實驗，我們的主要創意是：

1. 實驗 1、實驗 2、實驗 3 都是靜電的趣味科學實驗，「電浮」、磁片的旋轉、蒲公英...，都是我們創新的靜電實驗，可當國中小的實驗教材。「電浮」是我們的「最愛」。
2. 若入射線不變，鏡面轉動 θ ，則反射線轉動 2θ ，利用此原理，把磁片受力形變的效果「放大」。
3. 拉大磁片與方格紙的距離，把磁片受力形變的效果再「放大」。
4. 我們把課本裡靜電的「定性」層次，推進到「定量」層次。
5. 科學史上，庫倫以高級精密的扭力天平，圖 11，測量微弱的靜電力，而我們利用雷射與磁片測量靜電力，並進而作各種靜電力的探討。
6. 更進一步，我們利用雷射、磁片與捲尺，作磁力的測量。
7. 一般的彈簧秤不能測出微弱的靜電力，也不方便精確的測出不同距離的磁力，我們利用雷射與磁片的對話，解決問題。

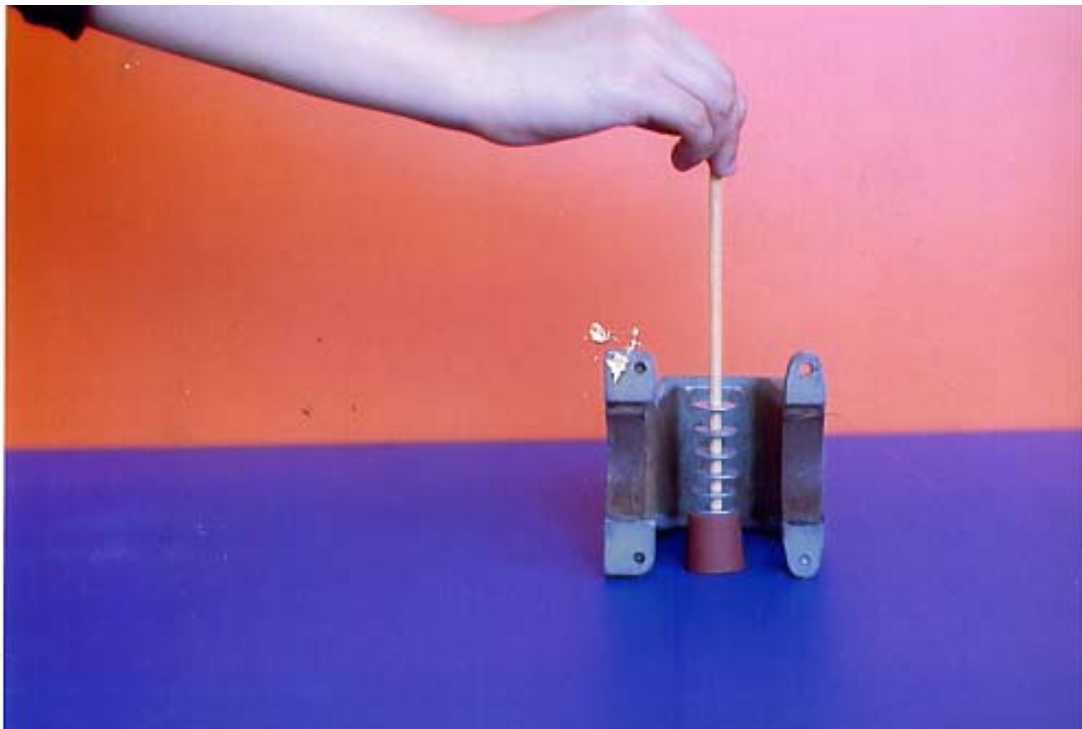


8. 還可利用本實驗設計，更進一步廣泛的測定多種不同材質，彎曲形變的彈性係數。

柒、參考資料

1. 林麗華著 趣味科學攜遊記 第一冊 再版一刷 建宏出版社 73 頁 2000 年 11 月
2. 林麗華著 趣味科學攜遊記 第二冊 初版一刷 建宏出版社 86 頁 2002 年 1 月
3. 國中理化課本第一、二、三冊(4-2 光的反射與平面鏡，4-5 雷射，6-1 力是什麼，6-2 如何測量力，8-4 正電與負電，11-1 靜電感應，12-1 磁鐵，12-2 磁場)
4. 馬文蔚、唐玄之、周永平主編 物理發展史上的里程碑 初版 凡異出版社 516 頁 1995 年 5 月

捌、附件



照片 1 「磁浮」一看磁鐵的厲害，將鐵環層層分開！





B

照片 2 電力不足嗎？無法將磁片層層飛揚。



照片 3 換個方向試試看！磁片互相斥開了。



照片 4 將磁片換成口香糖鋁箔製成的鋁環。



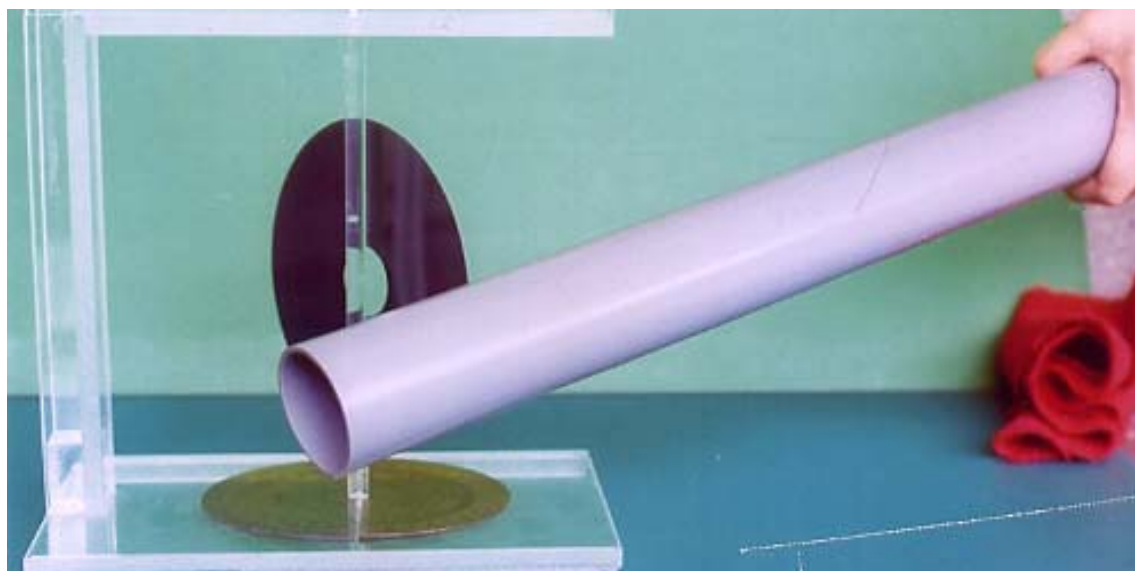
照片 5 把照片 4 平拿，套上「金鐘罩」。



照片 6 哇！「電浮」成功了！



照片 7 鉛筆放在書鎮上，容易受靜電力的影響而旋轉起舞。



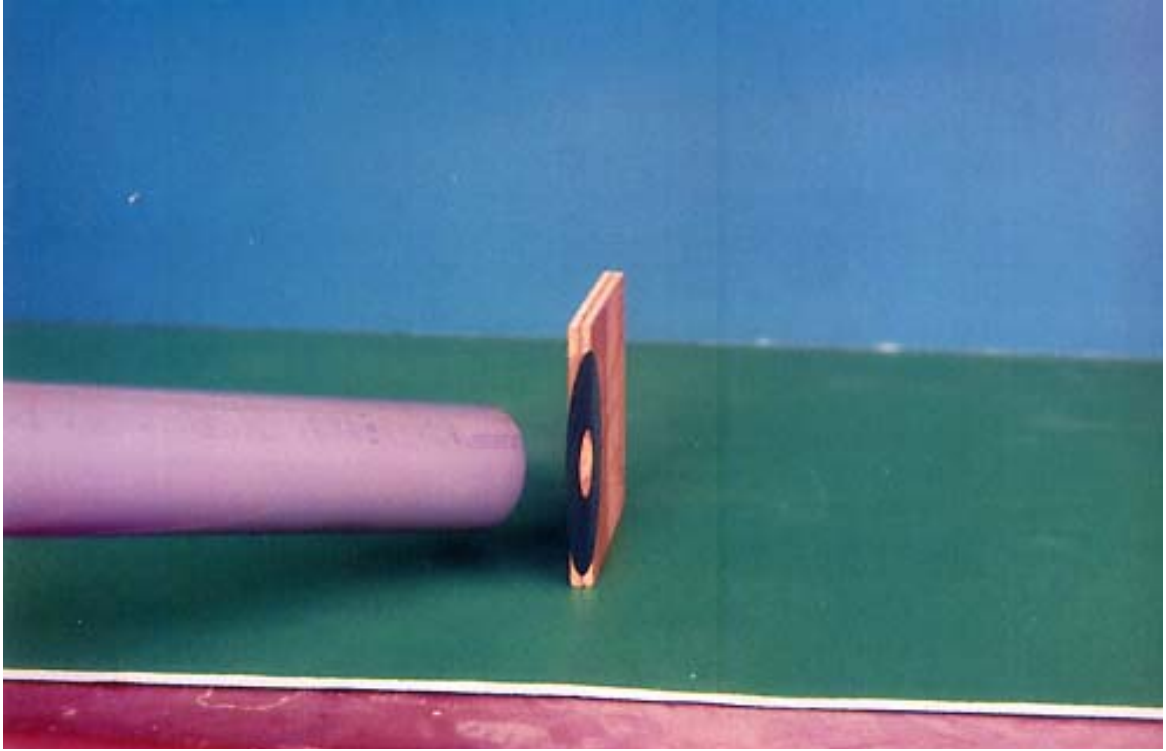
照片 8 磁片竟然也這麼容易受靜電力影響呦！



照片 9 摩擦過後的塑膠棒，讓蒲公英的種子隨之跳躍！



照片 10 摩擦過後的塑膠棒，可以吸引蒜膜、蔥末。



照片 11 黏在木板上的磁片，很容易受帶電的塑膠棒吸引而彎曲。



照片 12 利用雷射光反射，測靜電力大小。



照片 13 畫出雷射光反射後的位置。



評語

取材有創意，善用物體特性巧妙推求重力，靜電力影響，方法具巧思。