

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080824

危「機」四伏—探討電磁波對生物生長及活動力的影響

學校名稱：金門縣金沙鎮金沙國民小學

作者： 小四 張詩涵 小四 張洪毅 小四 羅以涵 小四 陳家琳	指導老師： 李惠嫻 羅埕輝
---	---------------------

關鍵詞：電磁波 生長 活動力

危「機」四伏—探討電磁波對生物生長及活動力的影響

摘要

本實驗的目的是探討電磁波對生物生長及活動力的影響，整個實驗分為兩大部分：第一部分的實驗是進行手機電磁波，對綠豆生長的影響；第二部分的實驗是進行電腦主機電磁波，對鬥魚活動力的影響。

手機電磁波的實驗包含三個子實驗，分別是探討手機撥打頻率的高低，以及與手機之間隔距離的遠近，對綠豆生長的影響，並嘗試找出能有效隔絕手機電磁波的隔絕物。

電腦主機電磁波的實驗亦包含三個子實驗：分別是探討曝露於電磁波環境的時間長短，以及與電腦主機之間隔距離的遠近，對於鬥魚活動力的影響，並嘗試找出能有效隔絕電腦主機電磁波的隔絕物。

壹、研究動機

常常在新聞及網路上，看到電磁波會危害人體的報導，奇怪的是爸媽還是常常用手機聊天，姐姐仍然天天坐在電腦前上網，難道他們不怕身體出毛病嗎？

爲了家人的健康，我邀了三個好朋友展開了此實驗。在老師的指導下，我們針對手機的電磁波，對於綠豆生長的影響，以及電腦主機的電磁波，對於鬥魚活動力的影響，進行一連串的實驗。希望能以鐵證如山的實驗結果，說服家人及所有關心健康的朋友們--遠離電磁波，才能健康又幸福。

貳、研究目的

- (一) 探討手機電磁波之撥打頻率對綠豆生長的影響。
- (二) 探討暴露於電腦電磁波下之時間長短對鬥魚活動力的影響。
- (三) 探討手機電磁波之間隔距離對綠豆生長的影響。
- (四) 探討暴露於電腦電磁波下之距離對鬥魚活動力的影響。
- (五) 探討手機電磁波之隔絕物對綠豆生長的影響。
- (六) 探討暴露於電腦電磁波下隔絕物對鬥魚活動力的影響。

參、文獻探討

英國物理學家馬克斯威爾：電磁波是電磁場運動一種型態，電場和磁場不斷交互變化，就形成了電磁波，然後以電場、磁場的交互變化形式向外傳播。(大華百科全書 14，民 84，明山書局，P606)

電磁波包含無線電波、紅外線、可見光、紫外線、x 射線和 r 射線，它們以光速的速度向外擴展。(自然科學圖解百科 10，民 95，泛亞文化，P52~53)

電磁波是一種能量，凡能夠釋出能量的物質，都會釋放電磁波，舉凡日光、燈光、電器用品、電腦、手機都會釋放電磁波。(科技先知網站，<http://www.getgoal.com.tw/tech/tech-23-2.htm>)

肆、研究設備與器材

- 一、實驗一、三、五：綠豆、培養皿、花盆、手機兩支、100 公分鐵尺、30 公分直尺、小紙箱（20 cm*14 cm*10 cm）、報紙、3M 隔熱紙（汽車玻璃專用）、鐵罐、燒杯。
- 二、實驗二、四、六：鬥魚、朱紋錦、電腦、小紙箱（20 cm*20 cm*18 cm）、報紙、3M 隔熱紙（汽車玻璃專用）、鐵罐、魚飼料、養殖箱。



伍、研究過程與方法

一、探討手機電磁波之撥打頻率對綠豆生長之影響

（一）實驗方法

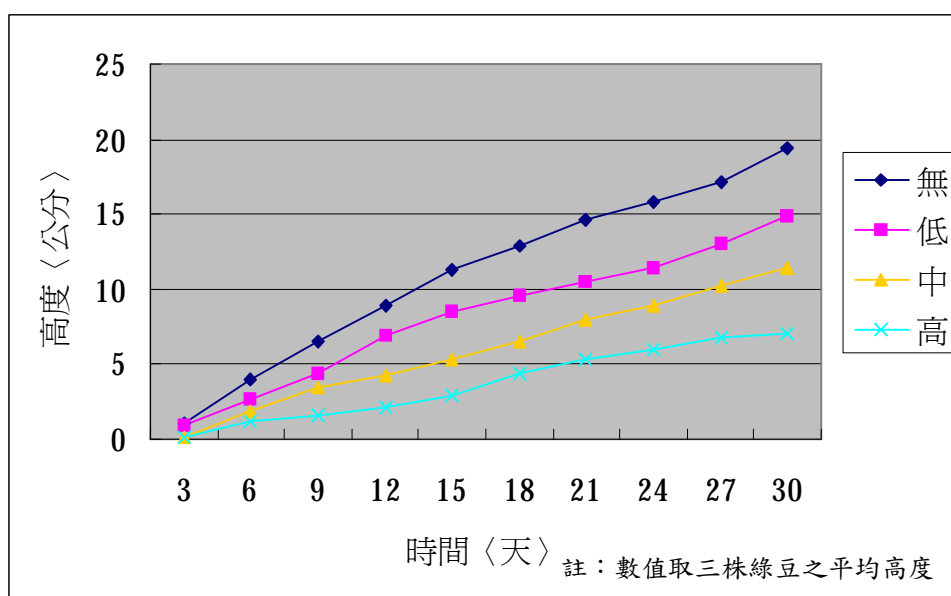
1. 實驗前六天，為便於觀察及測量手機電磁波對綠豆發芽情形的影響，故先將綠豆種於培養皿中。在培養皿中裝五分滿的衛生紙，放入 5 顆綠豆，加水至六分滿處，如此重複製作 4 盆。
2. 第六天測量完高度後統一將綠豆移植到花盆中。準備 4 個裝滿土的花盆，每盆種 5 顆綠豆，統一放置於實驗室外的走廊。
3. 每天早上晨光時間固定用燒杯澆等量的水。
4. 為避免實驗過程受電磁波以外的因素干擾，故先將甲手機的鈴聲、震動都關掉。
5. 把甲手機放在花盆旁，中間不保留任何距離。
6. 用乙手機撥打電話給甲手機，撥通後讓電話持續接通，一直到進入語音信箱前，才將電話掛掉，每次（◎）皆如此重複撥打三通。
7. 按照手機撥打次數之多寡，將 4 盆綠豆依頻率高低分為無、低頻率、中頻率、高頻率。
8. 每隔 3 天測量一次綠豆的高度，為避免種子品質不良等其他因素的影響，故取 5 株綠豆中高度最高的 3 株，將測量結果記錄於數據表中。
9. 依照下列規劃次數撥打，持續進行 4 週。

（二）實驗結果

手機撥打頻率規劃表					撥打：◎
時間 \ 頻率	無	低	中	高	
晨 光 時 間		◎	◎	◎	
第一節 下課				◎	
第二節 下課			◎	◎	
第三節 下課				◎	
午 餐 結 束		◎	◎	◎	
午 休 下 課				◎	
第五節 下課			◎	◎	
第六節 下課				◎	
放 學		◎	◎	◎	

「手機撥打頻率實驗」測量數據表											單位：公分		
撥打頻率 測量時間	無			低			中			高			
	第 3 天	1.3	1.2	0.9	1.1	0.9	0.8	0.3	0.1	0	0.2	0	0
第 6 天	4.5	4.2	3.4	2.9	2.7	2.5	2.0	1.8	1.7	1.4	1.2	0.9	
第 9 天	6.9	6.7	6.0	4.7	4.4	4.1	3.7	3.5	3.0	1.9	1.6	1.4	
第 12 天	9.4	9.1	8.3	7.3	7.0	6.4	4.6	4.2	3.9	2.4	2.1	1.9	
第 15 天	11.8	11.6	10.6	9.0	8.6	8.1	5.7	5.3	4.8	3.3	2.9	2.6	
第 18 天	13.5	13.2	12.1	10.1	9.7	9.0	7.0	6.5	5.9	4.8	4.3	4.0	
第 21 天	15.2	14.8	13.7	11.1	10.6	9.8	8.5	7.9	7.4	5.7	5.3	4.9	
第 24 天	16.4	16.1	14.8	11.9	11.4	10.8	9.4	8.9	8.4	6.4	6.0	5.7	
第 27 天	17.8	17.3	16.3	13.7	13.1	12.2	10.7	10.2	9.8	7.1	6.7	6.4	
第 30 天	20.1	19.6	18.4	15.5	14.9	14.1	11.8	11.4	11.0	7.3	7.1	6.7	

「手機撥打頻率實驗」綠豆生長曲線圖



(三) 實驗發現

1. 沒有撥打電話的綠豆生長情形最好，高度最高；高頻率撥打電話的綠豆生長情形最差，高度最低。
2. 撥打電話之頻率越低，綠豆之生長情形越好，高度越高；頻率越高，綠豆之生長情形越差，高度越低。
3. 綠豆之平均高度由高至低依序為：無 > 低頻率 > 中頻率 > 高頻率。

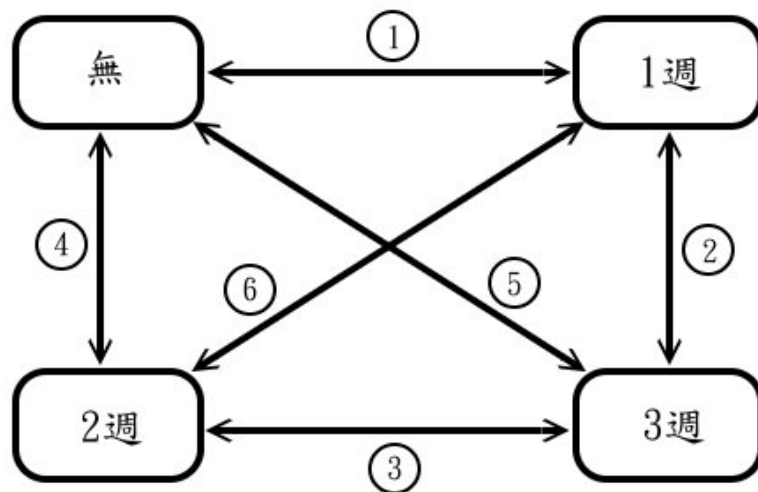


二、暴露在電磁波下之時間長短對鬥魚活動力的影響

(一) 實驗方法

1. 聽老師說幾乎所有的電器用品都有電磁波，爲了實驗方便，我們利用學校電腦主機作爲電磁波的發射源。
2. 將買來之鬥魚分別標上「無」、「1週」、「2週」、「3週」，首先將標有「3週」之鬥魚放在不關機之電腦主機旁，使牠長期暴露在電磁波的環境下。
3. 一週之後將標有「2週」之鬥魚放在電腦旁邊，兩週後再把標有「1週」之鬥魚也放在電腦旁邊。
4. 實驗第三週後，利用鬥魚「一山不容二虎」的特性，讓鬥魚展開循環賽，有明顯輸贏時，贏者給予五分，輸者給予一分，若於10分鐘內無法判定輸贏則各給三分。

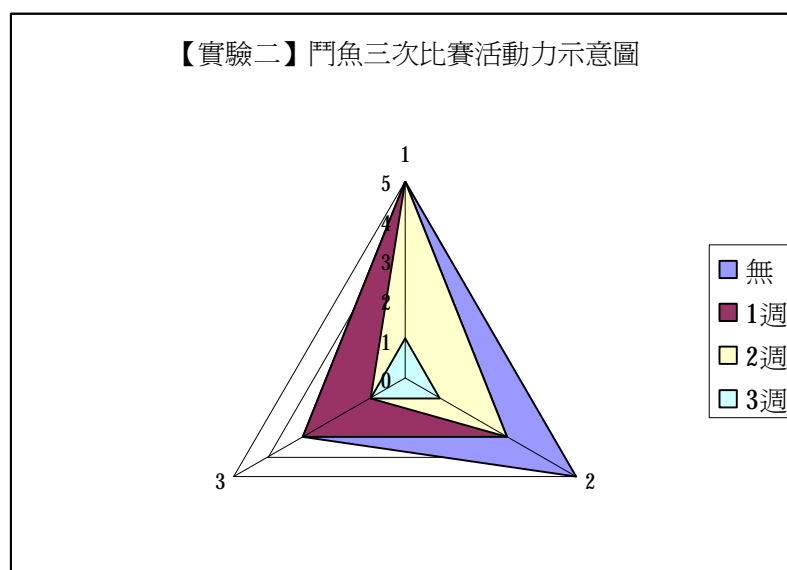
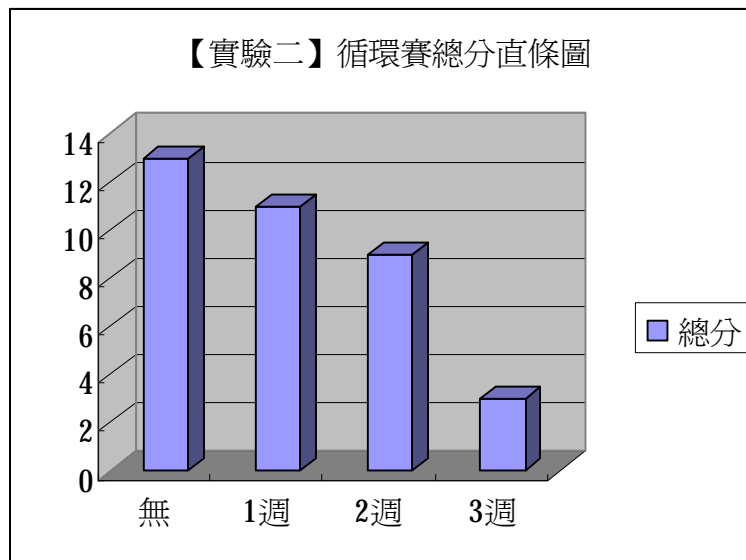
【實驗二】循環賽程表



(二) 實驗結果

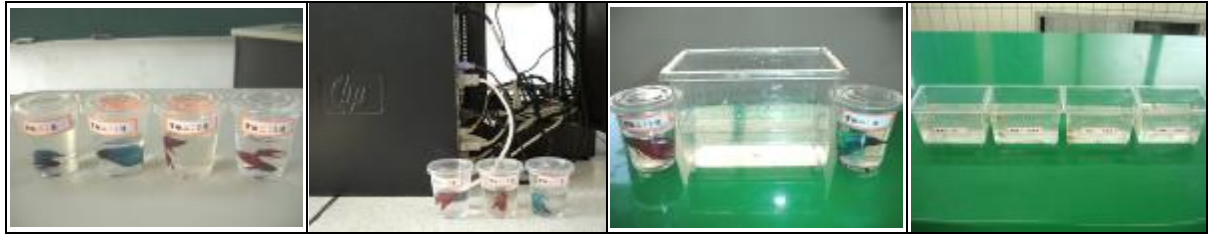
	無	1週	2週	3週
無		3	1	1
1週	3		3	1
2週	5	3		1
3週	5	5	5	
總分	13	11	9	3

備註：空格分數爲橫軸鬥魚之得分。



(三) 實驗發現

1. 一開始我們使用的是比較便宜的「朱紋錦」，但是牠的存活率比較低，水也很容易髒，過一個禮拜已經死了許多隻，水族館老闆娘說這種魚要「細心呵護」，打氣、餵食動作一樣都不能少，否則會死的很快的。於是我們再一次造訪水族館，這次老闆娘大力推薦「泰國鬥魚」，她說鬥魚的適應力強，不需要打氣，在不進食的情況下也能存活幾個月，最後我們改用「泰國鬥魚」來實驗。
2. 在綠豆實驗中原本是以手機的電磁波來影響綠豆的生長，但接下來的鬥魚實驗中考慮每節下課打手機的不方便性，以及電磁波影響的持續性，我們選擇以不關機的電腦作為電磁波發射源。
3. 因為鬥魚在打鬥過程中或多或少有受傷的情形，為了實驗的持續性、完整性，所以我們輸贏的判定以「氣勢」為主，若一方明顯處於劣勢而躲避，則判定為「輸」；另一方有明顯挑釁動作，且能居於上風者，則判定為「贏」；若兩方在十分鐘內經用筷子挑釁都沒有明顯的輸贏情形，則判定為「平手」。
4. 經實驗發現，若受電磁波影響只有一週之差，例如「無 v.s.1 週」、「1 週 v.s.2 週」等則較分不出高下，相差兩週以上則有明顯的輸贏，受電磁波影響時間較短者贏的次數較多。
5. 鬥魚活動力由強至弱為：無 > 1 週 > 2 週 > 3 週。



三、探討手機電磁波之間隔距離對綠豆生長的影響

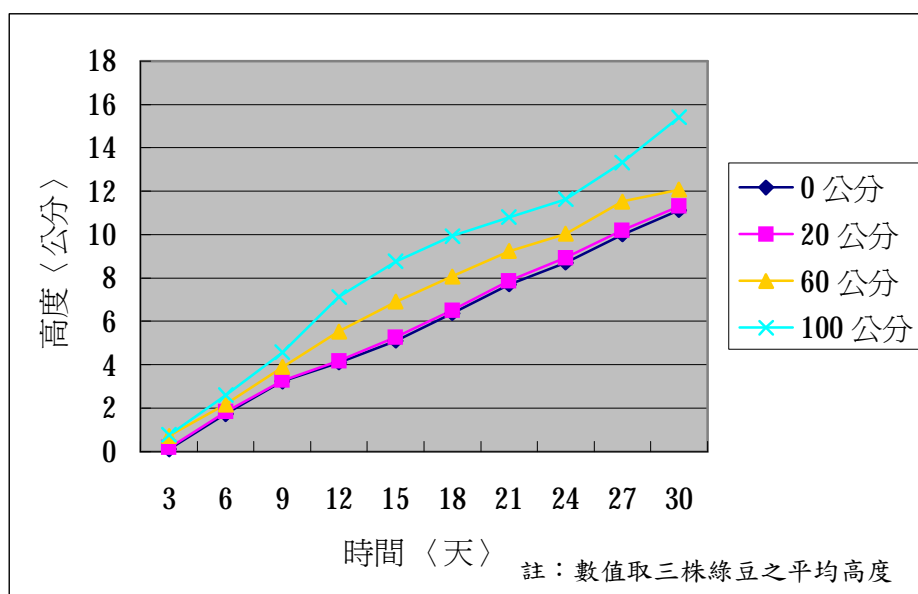
(一) 實驗方法

1. 如【實驗一】之步驟 1~4。
2. 將甲手機放置於 100 公分直尺的起點旁，將綠豆放置於零公分處。
3. 用乙手機撥打電話給甲手機，撥通後讓電話持續接通，一直到進入語音信箱前，才將電話掛掉，每次皆如此重複撥打三通。
4. 將第二、三、四盆綠豆放置於 20 公分、60 公分與 100 處，並反覆操作步驟 2~3 三次。
5. 每日之撥打時間為晨光時間、第二節下課、午餐結束、第五節下課及放學後（中頻率的撥打次數），如此持續進行 4 週。
6. 每隔 3 天測量一次綠豆的高度，為避免種子品質不良等其他因素的影響，故取 5 株綠豆中高度最高的 3 株，將測量結果記錄於數據表中。

(二) 實驗結果

「手機間隔距離實驗」測量數據表													單位：公分	
間隔距離 測量時間	0 公分			20 公分			60 公分			100 公分				
第 3 天	0.2	0.1	0	0.3	0.2	0	0.9	0.7	0.6	0.8	0.8	0.7		
第 6 天	1.9	1.7	1.6	2.0	1.8	1.7	2.3	2.2	2.0	2.7	2.6	2.5		
第 9 天	3.5	3.3	2.9	3.4	3.4	3.0	4.1	3.9	3.7	4.8	4.5	4.4		
第 12 天	4.5	4.1	3.7	4.4	4.2	3.9	5.7	5.6	5.3	7.4	7.1	6.9		
第 15 天	5.5	5.1	4.7	5.6	5.3	4.9	7.1	6.9	6.7	9.1	8.7	8.5		
第 18 天	6.9	6.3	5.9	7.0	6.5	6.0	8.3	8.1	7.8	10.3	9.9	9.6		
第 21 天	8.2	7.8	7.1	8.4	7.9	7.3	9.4	9.3	9.0	11.1	10.8	10.5		
第 24 天	9.1	8.8	8.2	9.4	9.0	8.4	10.3	10.1	9.7	11.9	11.6	11.4		
第 27 天	10.4	10.0	9.6	10.6	10.3	9.7	11.8	11.6	11.2	13.7	13.3	13.0		
第 30 天	11.5	11.2	10.7	11.7	11.3	10.9	12.4	12.1	11.7	15.8	15.3	15.1		

「手機間隔距離實驗」綠豆生長曲線圖



(三) 實驗發現

1. 距離 100 公分的綠豆生長情形最好，高度最高；距離 0 公分的綠豆生長情形最差，高度最低。
2. 距離越遠，綠豆之生長情形越好，高度越高；距離越近，綠豆之生長情形越差，高度越低。
3. 綠豆之平均高度由高至低依序為：距離 100 公分 > 距離 60 公分 > 距離 20 公分 > 距離 0 公分。
4. 距離 20 公分與距離 0 公分的綠豆生長曲線差距十分些微，但與距離 60 公分的綠豆生長曲線差距則非常明顯。

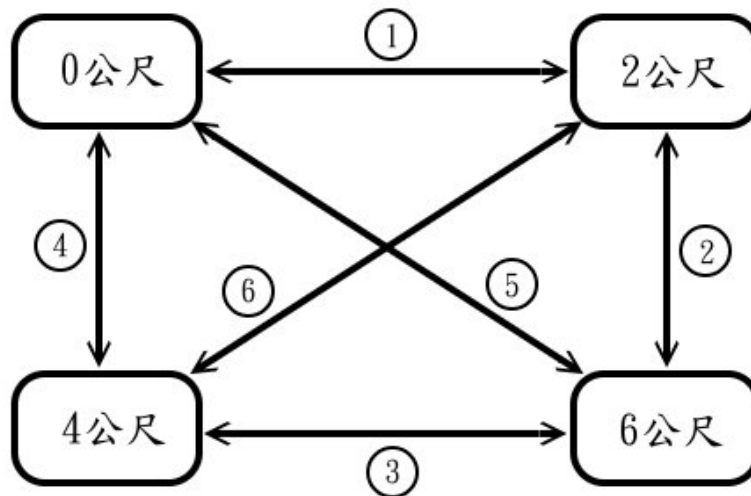


四、暴露在電磁波下之距離長短對鬥魚活動力的影響

(一) 實驗方法

1. 將買來之「泰國鬥魚」選取另外四隻分別標上「0 公尺」、「2 公尺」、「4 公尺」、「6 公尺」，依照標示之距離分別放在離電腦主機相對應之地方。
2. 電腦不關機，讓電腦持續發射電磁波，二週之後讓四隻鬥魚舉行循環賽，有明顯輸贏時，贏者給予五分，輸者給予一分，若於 10 分鐘內無法判定輸贏則各給三分。

【實驗四】循環賽程表

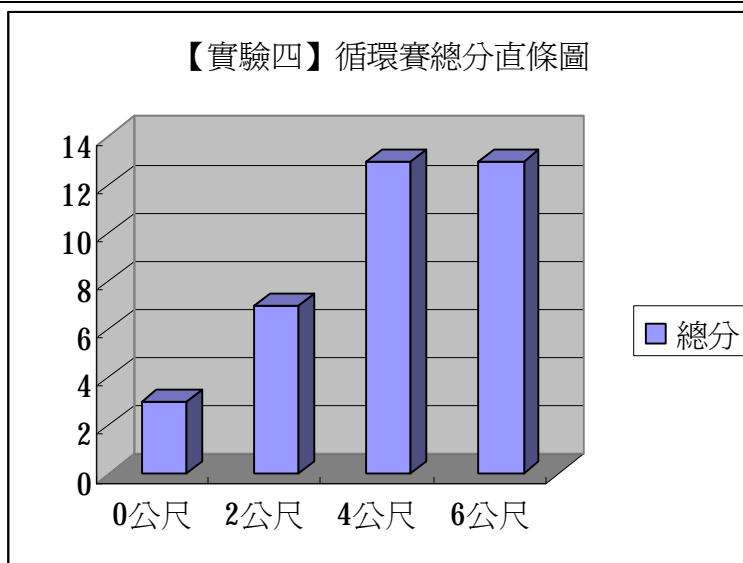


(二) 實驗結果

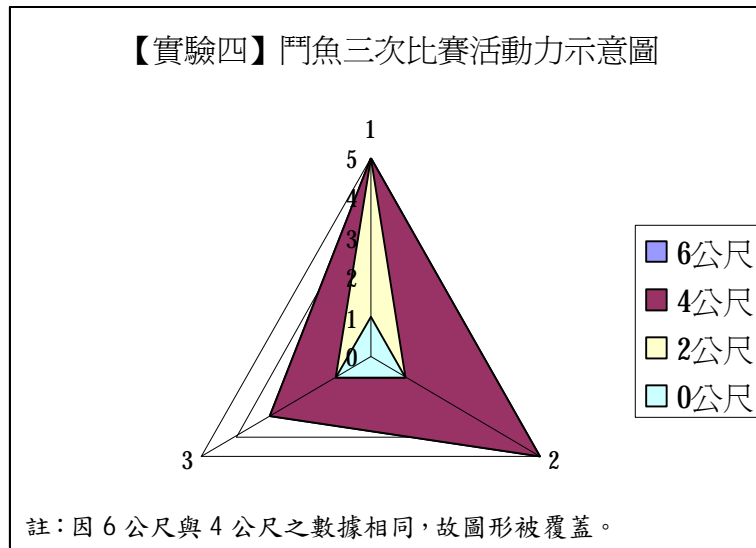
	0公尺	2公尺	4公尺	6公尺
0公尺		5	5	5
2公尺	1		5	5
4公尺	1	1		3
6公尺	1	1	3	
總分	3	7	13	13

備註：空格分數為橫軸鬥魚之得分。

【實驗四】循環賽總分直條圖



【實驗四】鬥魚三次比賽活動力示意圖



(三) 實驗發現

1. 經實驗得知，離電磁波越近則鬥魚所受到的影響越大，幾乎每場比賽都是處於劣勢，所以所得分數也很少；相反的，距離電磁波越遠則活動力越大，幾乎每場都贏。
2. 距離電腦四公尺及六公尺的鬥魚，比賽結果並沒有明顯的輸贏，由此推論，電磁波超過四公尺後對生物的生長及活動力較無影響。
3. 鬥魚活動力由強至弱為：4 公尺 = 6 公尺 > 2 公尺 > 0 公尺。



五、探討手機電磁波之隔絕物對綠豆生長的影響

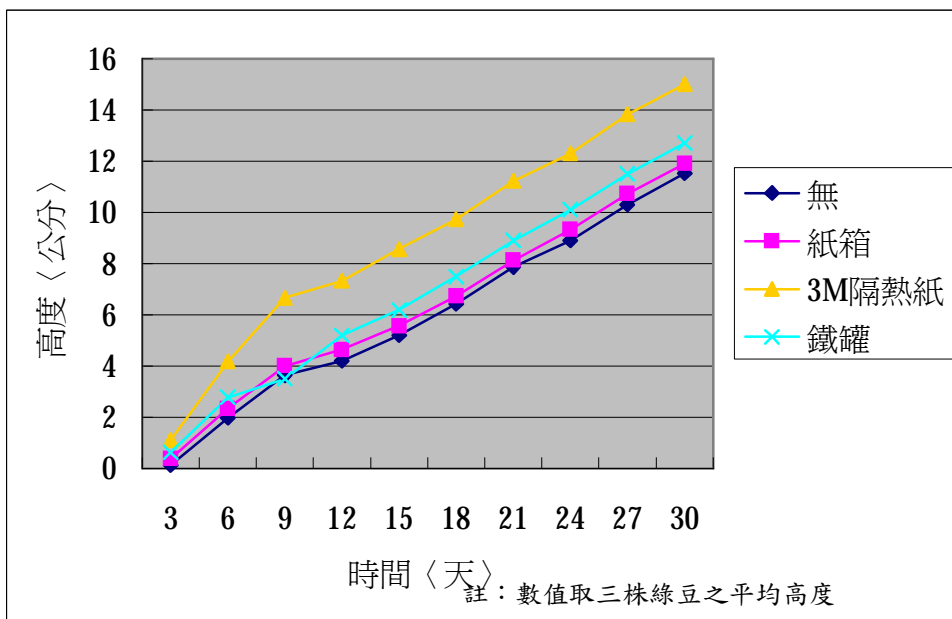
(一) 實驗方法

1. 如【實驗一】之步驟 1~4。
2. 將小紙箱（20 cm*14 cm*10 cm）內塞滿報紙。
3. 用 3M 隔熱紙製作一個比甲手機稍大的長方體。
4. 準備 1 個比甲手機稍大的鐵罐。
5. 將乙手機依序放置於紙箱、3M 隔熱紙與鐵罐內，把綠豆放在旁邊，用甲手機撥打電話給乙手機，撥通後讓電話持續接通，一直到進入語音信箱前，才將電話掛掉，每次皆如此重複撥打三通，重複操作此步驟三回。
6. 每日之撥打時間為晨光時間、第二節下課、午餐結束、第五節下課及放學後（中頻率的撥打次數），持續進行 4 週。
7. 每隔 3 天測量一次綠豆的高度，為避免種子品質不良等其他因素的影響，故取 5 株綠豆中高度最高的 3 株，將測量結果記錄於數據表中。

(二) 實驗結果

「手機隔絕物實驗」測量數據表												
單位：公分												
隔絕物 測量時間	無			紙箱			3M 隔熱紙			鐵罐		
第 3 天	0.2	0.1	0.1	0.4	0.4	0.3	1.2	1.1	1.0	0.7	0.6	0.6
第 6 天	2.1	1.9	1.9	2.4	2.3	2.3	4.3	4.1	4.1	2.9	2.8	2.6
第 9 天	3.8	3.6	3.5	4.1	4.0	3.9	6.8	6.6	6.6	3.7	3.5	3.3
第 12 天	4.5	4.2	3.9	4.8	4.6	4.5	7.5	7.3	7.2	5.4	5.2	5.0
第 15 天	5.4	5.2	5.0	5.7	5.5	5.5	8.8	8.5	8.4	6.3	6.2	6.1
第 18 天	6.7	6.4	6.2	6.9	6.7	6.6	10.0	9.7	9.5	7.6	7.5	7.4
第 21 天	8.1	7.8	7.7	8.4	8.1	7.9	11.5	11.2	11.0	9.0	8.9	8.8
第 24 天	9.1	8.9	8.7	9.6	9.3	9.1	12.5	12.3	12.1	10.3	10.1	9.9
第 27 天	10.5	10.3	10.1	11.1	10.7	10.4	14.1	13.8	13.6	11.7	11.5	11.3
第 30 天	11.7	11.5	11.4	12.3	11.9	11.5	15.3	15.0	14.7	12.9	12.7	12.5

「手機隔絕物實驗」綠豆生長曲線圖



(三) 實驗發現

1. 由上圖明顯看出，用 3M 隔熱紙包覆手機的綠豆生長情形最好，高度最高，隔絕電磁波的效果最好。
2. 紙箱、鐵罐與無隔絕物包覆手機的綠豆生長情形並無明顯差別，隔絕電磁波的效果不佳。
3. 綠豆之平均高度由高至低依序為：3M 隔熱紙 > 鐵罐 > 紙箱 > 無隔絕物。

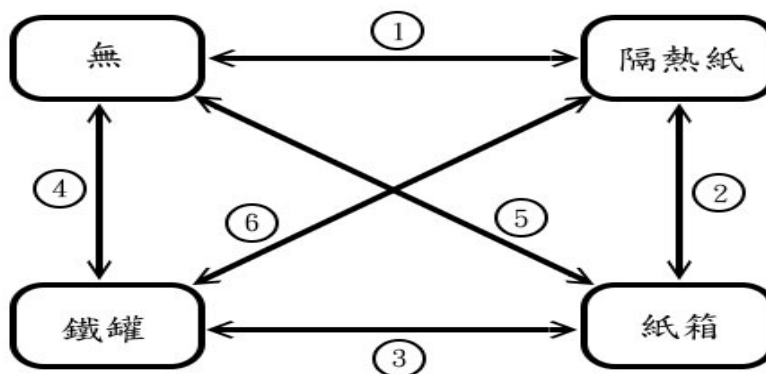


六、暴露在電磁波下隔絕物對鬥魚活動力的影響

(一) 實驗方法

1. 將買來之「泰國鬥魚」選取另外四隻分別標上「無」、「隔熱紙」、「鐵罐」、「紙箱」，依照標示將鬥魚蓋在相對應之隔絕物中，並置於不關機之電腦主機旁。
2. 二週之後讓四隻鬥魚舉行循環賽，有明顯輸贏時，贏者給予五分，輸者給予一分，若於10分鐘內無法判定輸贏則各給三分。

【實驗六】循環賽程表

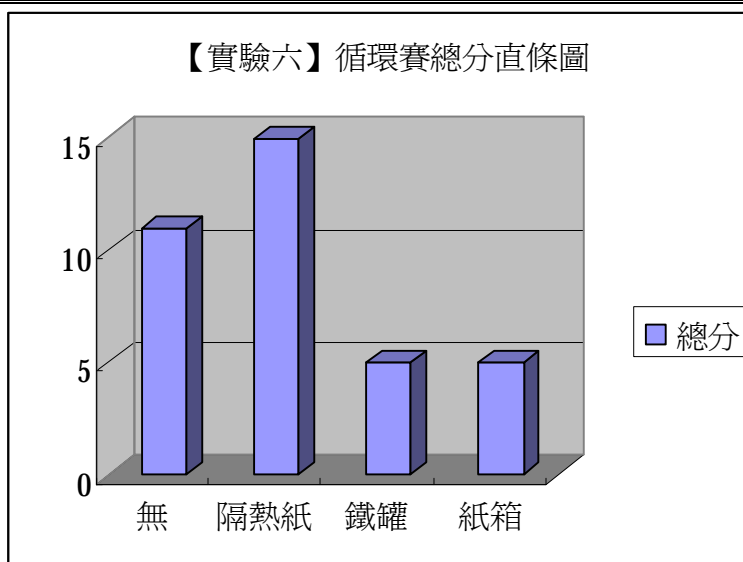


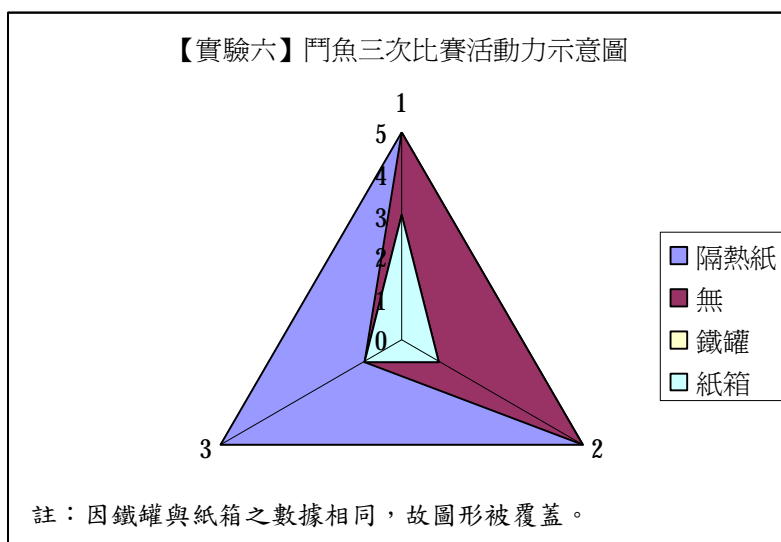
(二) 實驗結果

	無	隔熱紙	鐵罐	紙箱
無		5	1	1
隔熱紙	1		1	1
鐵罐	5	5		3
紙箱	5	5	3	
總分	11	15	5	5

備註：空格分數為橫軸鬥魚之得分。

【實驗六】循環賽總分直條圖





(三) 實驗發現

1. 經實驗得知，覆蓋隔熱紙之鬥魚，其活動力最強，幾乎每場皆贏，並可由此推知隔熱紙具有很好的防電磁波功能。
2. 覆蓋鐵罐及紙箱的鬥魚比賽結果並無明顯輸贏，可見鐵罐及紙箱沒有明顯的防電磁波功效。
3. 沒有覆蓋隔絕物的鬥魚，其與覆蓋鐵罐及紙箱的鬥魚比賽皆贏，與平常的認知有出入，推論為沒有覆蓋隔絕物的鬥魚具有較舒適的環境（雖有電磁波干擾，但採光佳），而覆蓋鐵罐及紙箱的鬥魚則處於陰暗的環境，以致影響其生長及活動力。
4. 鬥魚活動力由強至弱為：**3M 隔熱紙** > 無隔絕物 > 鐵罐 = 紙箱。



陸、討論

1. 講手機時應至少保持 **20 公分** 以上的距離，才能降低電磁波對身體健康的影響。
2. 平時應避免長期暴露於運轉的電器之中，以免影響生長或降低活動力。
3. 以隔熱紙將手機包覆住，能有效隔絕手機使用時所發出的電磁波，建議在使用手機時用隔熱紙將手機包覆住，能有效避免電磁波傷害身體。
4. 想養殖觀賞魚者應盡量減少各項電磁波的影響，例如縮短暴露於電磁波環境下的時間，或者讓水族箱遠離電腦、電視……等電器。

柒、結論

- 1.撥打電話之頻率越低，綠豆之生長情形越好，高度越高；頻率越高，綠豆之生長情形越差，高度越低。
- 2.鬥魚放置於運轉中的電腦附近時間越久，其活動力越弱；時間越短，鬥魚的活動力則越強。
- 3.手機間隔距離越遠，綠豆之生長情形越好，高度越高；距離越近，綠豆之生長情形越差，高度越低。
- 4.在相同時間下，鬥魚離運轉中的電腦越近，其活動力越弱；離電腦越遠，鬥魚的活動力則越強，但超過四公尺後則無差別。
- 5.3M 隔熱紙隔絕電磁波之效果最好，至於鐵罐、紙箱並無明顯的隔絕電磁波的效果。

6.在相同時間裡，鬥魚覆蓋在隔熱紙下，其活動力最強，至於覆蓋於鐵罐及紙箱中之鬥魚因處於陰暗的環境，致使活動力變弱。

捌、參考資料

- 1.明山書局（民 84）。大華百科全書第 14 集「電磁波理論」，P606。
- 2.泛亞文化（民 95）。自然科學圖解百科第 10 集「電磁波如何行進？」，P52~53。
- 3.科技先知網站：「電磁波」是幫手，還是殺手？<http://www.getgoal.com.tw/tech/tech-23-2.htm>
- 4.圖書館專業維護網站：電磁波對人體的危害。<http://www.library.com.tw/emf/body.htm>

【評語】 080824 危「機」四伏－探討電磁波對生物生長及活動力的影響

本作品探討手機及電腦主機所產生的電磁波對於綠豆生長及鬥魚活動力的影響。實驗方法充分考量各項可能變因，有條不紊。實驗結果的分析也能分類評斷推論實驗數據。整體實驗程序已富含科學精神。後續工作仍可加強實驗樣本的增加及觀察時間的延長，強化實驗結果統計的可信度。