

中華民國第四十四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

080805

苗栗縣頭屋鄉頭屋國民小學

指導老師姓名

阮元斌

黃美芳

作者姓名

范翔歲

潘冠廷

邱子玲

楊郡宜

蘇芸巧

徐菱萱

目 錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	2
參、研究目的.....	2
肆、研究器材.....	3
伍、研究流程.....	4
陸、研究方法及過程.....	5
一、研究方法.....	5
二、研究過程.....	6
【實驗一】比較各種不同被摩擦材質的物性.....	6
【實驗二】摩擦材質的物性.....	7
【實驗三】摩擦速度（頻率）影響.....	9
【實驗四】導電材質位置.....	11
【實驗五】靜電傳導跳躍.....	13
【實驗六】表面塗佈.....	14
柒、結論.....	15
捌、討論.....	16
玖、參考資料.....	17

愛作怪的「電」

壹、摘要

我們這一次的研究目的主要在探討如何降低或去除塑膠滑梯靜電的產生，讓校園裡的同學們能安心又快樂地使用滑梯器材（圖一）。為方便在實驗室裡操作，我們決定以與滑梯材質相似的塑膠板替代操作。從實驗結果得知，生活中所見的滑梯材質（塑膠、木頭、鐵）和常用衣料（化纖、毛皮、棉…）取樣做摩擦實驗，發現塑膠尺和毛皮摩擦後會產生較多的靜電，鐵和木尺經摩擦後卻不會產生靜電。進一步了解導體能傳導電子的特性，能大幅減少摩擦表面的電子聚積的現象後，進行改善塑膠板蓄積靜電的實驗：將導體用不同形式（導線、薄片貼附、粉末塗佈）貼附於塑膠尺面上。發現靜電只產生在摩擦部分（摩擦後之靜電沒有傳導或跳躍情形）、金屬塗料可以改善塑膠蓄積靜電的情形。總結實驗結果得知：穿棉質衣物，慢速溜下塗有導體塗料的塑膠滑梯，可以有效減少或去除靜電。

經過實驗的結果，我們不僅改善滑梯了靜電效應，也發現了許多有趣的現象，更打破了一些我們以前既有的錯誤的想法，例如：木頭在靜電的領域屬於導體。至於，還有一些我們意外發現到有待探尋的問題，因時間、器材以及技術上的問題有待克服，所以留到下次做另一專題研究討論。



圖一 我們校園的溜滑梯

貳、研究動機

冬日晴朗無風的午後，老師帶我們到學校內的遊戲器材區去試試新完成的塑膠溜滑梯。正當大家玩得起勁，突然聽到一聲慘叫，「哎呀！痛死我了」翹巖大聲叫著，還一邊摸著疼痛的屁股。郡宜這時也從滑梯上溜下來，在一旁的子玲想跟郡宜拍手，瞬間卻聽到「啪」的一聲。於是在滑梯區接二連三聽到疼痛的哀叫聲，這引起了我們的注意。為什麼會這樣？這是怎麼一回事？**到底是什麼東西在作怪？**在好奇心的驅使下，我們決定相邀組成「探搜隊」，誓必捉出這惱人的東西。於是我們積極地請教老師相關的問題，老師要我們先找尋相關的資料後再一起研究。就此，在同學積極的討論和老師的指導下，我們共同著手進行研究，我們展開一連串的「**探索**」行動，來解開這層「怪東西」的面紗。也想想出辦法來對付這個「怪東西」，讓校園裡的同學們**能安心又快樂地使用滑梯器材**。

參、研究目的

經過我們實地探訪及查詢相關資料的結果，我們發現到溜滑梯的材質是由聚乙烯所製，也就是我們俗稱的塑膠，並且發現到塑膠與毛皮摩擦時，會產生電子的移轉，當兩種物質分離時，即產生了**靜電（就是這個怪東西）**。靜電為不可抗拒之外力，所以我們希望藉由人為的力量來『防止靜電的產生』，並尋找可行的方法，使同學們能安心地使用溜滑梯。據此，我們的研究目的如下：

- 一、瞭解絕緣體與導體產生靜電的情形。
- 二、探討日常生活常見的摩擦物質（塑膠布、棉布、牛仔布、化纖材質布、絲襪）所產生靜電的差異。
- 三、探討不同摩擦速度是否對靜電的產生有所影響。
- 四、探討貼附塑膠滑梯上的導線位置是否影響靜電的產生。
- 五、探討靜電是否能在塑膠材質滑梯上傳導或跳躍。
- 六、探討塑膠滑梯表面各種不同導體粉墨（錫箔、銀粉、銅粉、鐵粉、碳粉、蠟）塗佈是否能降低靜電的產生。
- 七、探討能減少或去除靜電的方法，讓同學們能安心地使用滑梯器材。

肆、研究器材

一、共同器材：(一) 溫度計×1 枝 (二) 除濕機×1 台 (三) 碼錶×1 個 (四) 銼刀×1 支

(五) 金屬接著劑×1 支 (六) 手套×9 雙 (七) 呈物皿×5 個 (八) 毛巾×5

(九) 紙片 (0.16mm×0.16mm) ×5000 片 (十) 化纖布×6 張條

二、分項實驗器材

(一) 實驗一—被摩擦材質物性

1. 塑膠板×1 個 2. 鐵尺×1 支 3. 木尺×1 支

(二) 實驗二—摩擦材質物性

1. 塑膠板×1 個 2. 鐵尺×1 支 3. 毛皮×2 塊 4. 絲綢×2 塊 5. 化纖布×2 塊

6. 棉布×2 塊 7. 塑膠布×2 塊

(三) 實驗三—摩擦速度

1. 塑膠板×1 個 2. 鐵尺×1 支

(四) 實驗四—導電材質貼附位置

1. 塑膠板×2 個 2. 鐵線 (30cm) ×1 條 3. 銅線 (30cm) ×1 條

(五) 實驗五—靜電傳導跳躍

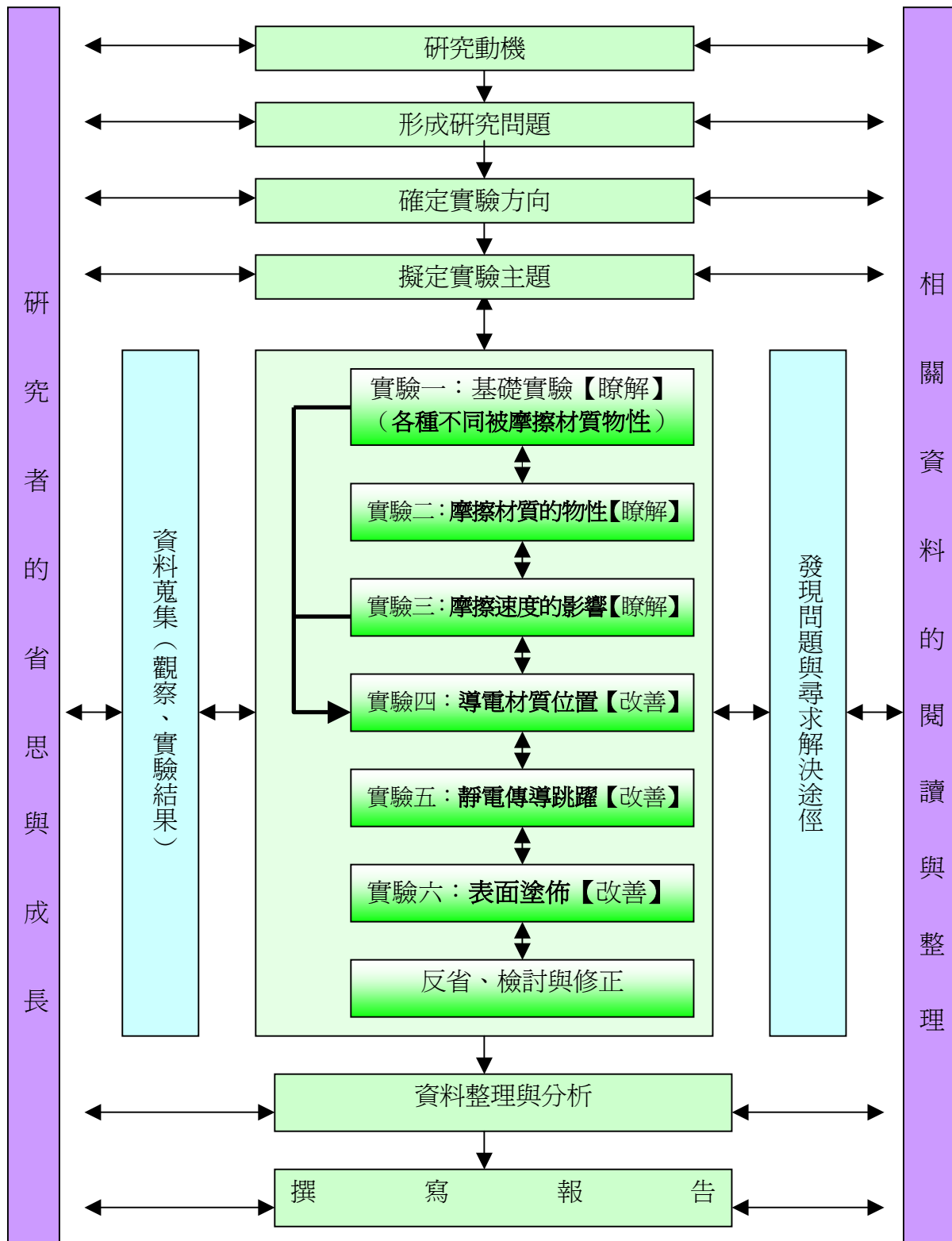
1. 塑膠板×2 個 2. 錫箔 (2cm×2cm) ×1 塊

(六) 實驗六—表面塗佈

1. 塑膠板×3 個 2. 錫箔 (2cm × 2cm) ×1 塊 3. 銅粉 5 克 4. 鐵粉 5 克 5. 銀粉 5 克

6. 碳粉 5 克 7. 蠟 5 克

伍、研究流程



陸、研究方法及過程

一、研究方法

(一) 整體控制變因

- 1.溫度、溼度控制（同一時間、同一地點做同一性質的實驗）。
- 2.實驗中，實驗者皆戴棉質手套（預防人體多於靜電）。(圖二)
- 3.每次摩擦實驗前，接觸濕毛巾將所有相關器材恢復成電中性。
- 4.吸附的樣本紙片裁切成統一規格為 0.16mm×0.16mm。
- 5.每一吸附尺上畫上 2cm×2cm 正方形，以便統計比較單位面積上所吸附的紙片量。
- 6.磨擦時間 10 秒鐘，放置於置物皿上時間 5 秒。(圖三)
- 7.摩擦後的實驗尺與吸附的樣本紙張統一吸附距離為 0.3cm。(圖四)
- 8.為防止樣本紙張有殘餘靜電效應，每一樣本紙張僅實驗一次。
- 9.除【實驗二】外，其餘實驗摩擦的摩擦材質布料皆為化纖布。
- 10.除【實驗三】外，其餘實驗摩擦的頻率皆一秒一下。

(二) 實驗數據

- 1.統計吸附在尺上 2cm×2cm 正方形內吸附的紙片量。(圖五)
- 2.實驗平均數據為方便統計比較，所有數值皆以四捨五入法取至整數。



圖二 實驗裝備



圖三 實驗計時



圖四 統一吸附距離



圖五 統計吸附紙片量

二、研究過程

只有塑膠尺與化纖布摩擦才會產生靜電放電效應嗎?針對此問題，本實驗尋找三種不同材質之尺來做比較，分別為塑膠尺、木質尺及鐵尺，分別以戴手套與未戴手套兩種方式，與化纖布摩擦看看產生的靜電情形。

問題一：基礎實驗。比較絕緣體與導體上所產生的靜電情形？

實際待答問題：哪一種材質的滑梯比較不會產生靜電？

取樣理由：1.現今滑梯的材質大都為塑膠、木材或鐵皮材質。

2.實驗材質方便取得。

【實驗一】比較各種不同被摩擦材質的物性（圖六）

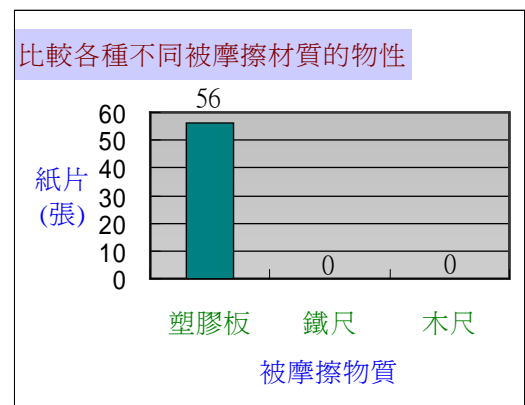
（一）控制變因：整體控制變因。

（二）操作變因：被摩擦材質－1.塑膠板（絕緣體）

2.木尺（經查相關資料得知：在靜電的領域木頭是導體）

3.鐵尺（導體）

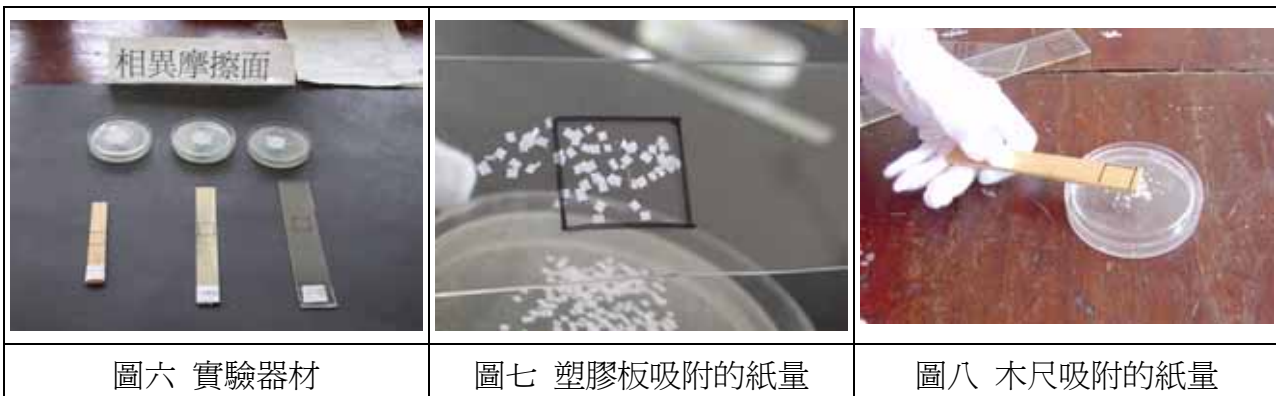
被摩擦材質 \ 接地項目	一	二	三	平均
塑膠板	51	55	61	56
木尺	0	0	0	0
鐵尺	0	0	0	0



結果：1.絕緣體的塑膠板可以產生靜電而吸附樣本紙張。（圖七）

2.由實驗得知，木尺無法吸附樣本紙張。（圖八）

經由實驗數據顯示，鐵尺與木質尺由於分屬於導體與半導體材質，所以在戴手套與未戴手套之情形下皆未有靜電的產生。反觀塑膠尺，由於塑膠尺為絕緣材質，因此在戴手套與未戴手套條件下，皆有靜電的產生，且戴手套較未戴手套易產生靜電。



問題二：不同摩擦物質對絕緣體與導體上所產生的靜電情形及影響？

實際待答問題：穿什麼質料的衣物，溜下滑梯後比較不容易產生靜電？

取樣理由：1.日常中比較常見的質料。

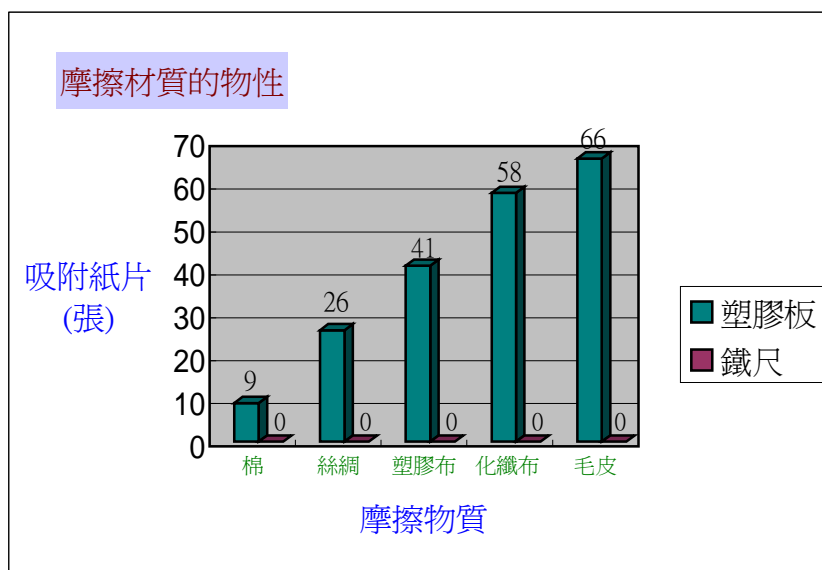
2.由【實驗一】結果可看出塑膠板和鐵尺吸附樣本紙張量的明顯差異，所以實驗進行時以此兩種材質的尺為實驗對象。

【實驗二】摩擦材質的物性（圖九）

（一）控制變因：整體控制變因。

（二）操作變因：各種不同材質摩擦物－棉、絲綢、塑膠布、化纖布和毛皮

項目 摩擦物質	吸附紙片量							
	塑膠板				鐵尺			
	一	二	三	平均	一	二	三	平均
棉	6	12	9	9	0	0	0	0
絲綢	30	25	22	26	0	0	0	0
塑膠布	41	36	47	41	0	0	0	0
化纖布	53	61	59	58	0	0	0	0
毛皮	67	60	71	66	0	0	0	0



結果：1.棉布摩擦後的塑膠板吸附的樣本紙張最少；毛皮摩擦後的塑膠板吸附的樣本紙張最多。(圖十)

2.各種不同材質摩擦鐵尺後，鐵尺無吸附任何的樣本紙張。(圖十一)

由相關資料並且對照本實驗得知，當塑膠板與化纖布摩擦過後會產生大量的正負電荷分離在塑膠板與化纖布之上，當兩相接近之後，隨即產生大量之電荷相吸而產生靜電放電效果，這應該就是同學們溜滑梯被產生之靜電放電所傷到之情形。而由於現代的衣著服飾皆是由人造纖維所製，與本實驗所使用之化纖布為類似材質，因此由實驗結果我們推測，同學們在與溜滑梯之塑膠材質摩擦之後，而產生了大量的電荷分離，一經接觸及產生靜電放電而被「電」到。



圖九 不同摩擦材質實驗情形



圖十 紙片吸附的情形



圖十一 【實驗二】實驗紀錄

問題三：摩擦速度在絕緣體與導體上所產生的靜電情形及影響？

實際待答問題：溜下滑梯的速度是否影響靜電產生的情形？

取樣理由：由【實驗一】結果可看出塑膠板和鐵尺吸附樣本紙張量的明顯差異，所以實驗進行時以此兩種材質的尺為實驗對象。

【實驗三】摩擦速度（頻率）影響

（一）控制變因：整體控制變因。

（二）操作變因：1.各種不同的摩擦速度－(1)f（頻率）=0.5 下／秒

(2)f（頻率）=1 下／秒

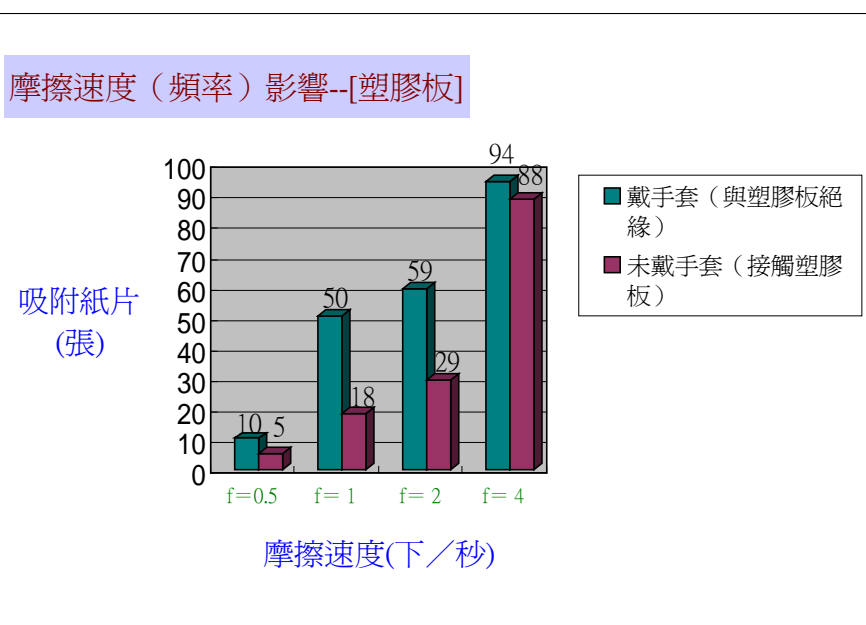
(3)f（頻率）=2 下／秒

(4)f（頻率）=4 下／秒

2.接地因素（接觸摩擦材質）－(1)戴手套 (2)未戴手套

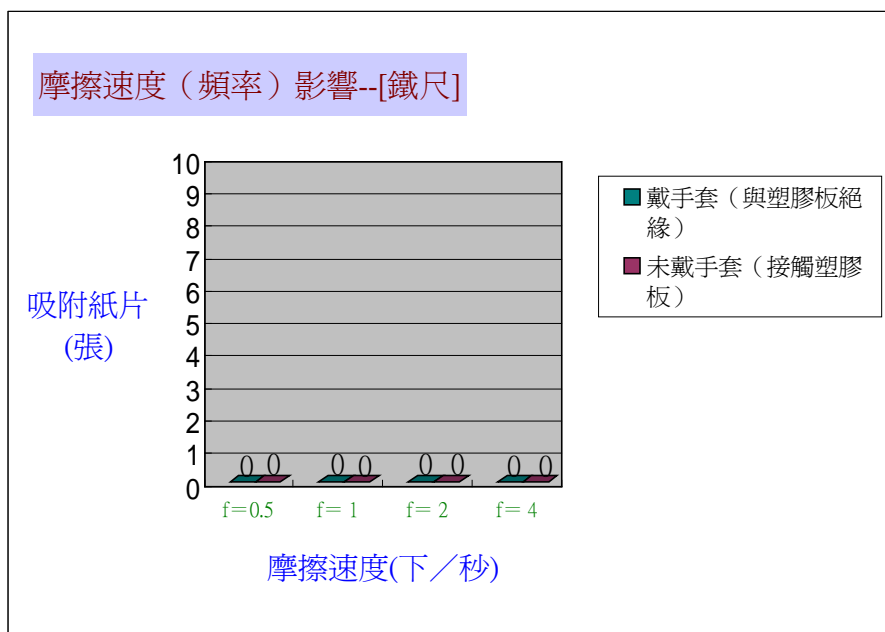
A、塑膠板

項目	吸附紙片量							
	戴手套（與塑膠板絕緣）				未戴手套（接觸塑膠板）			
	一	二	三	平均	一	二	三	平均
摩擦速度								
每 2 秒 1 下 (f=0.5 下／秒)	11	8	10	10	4	7	5	5
每 1 秒 1 下 (f= 1 下／秒)	55	45	48	50	20	17	16	18
每 1 秒 2 下 (f= 2 下／秒)	56	60	62	59	29	21	37	29
每 1 秒 4 下 (f= 4 下／秒)	101	89	91	94	86	92	87	88



B、鐵尺

項目	吸附紙片量							
	戴手套（與塑膠板絕緣）				未戴手套（接觸塑膠板）			
	一	二	三	平均	一	二	三	平均
每 2 秒 1 下 (f=0.5 下/秒)	0	0	0	0	0	0	0	0
每 1 秒 1 下 (f= 1 下/秒)	0	0	0	0	0	0	0	0
每 1 秒 2 下 (f= 2 下/秒)	0	0	0	0	0	0	0	0
每 1 秒 4 下 (f= 4 下/秒)	0	0	0	0	0	0	0	0



- 結果：1.塑膠板－摩擦速度越快，吸附的樣本紙張越多；。
- 2.鐵尺－不論摩擦速度如何或手接觸與否，皆不吸附樣本紙張。
- 3.手直接接觸塑膠板比未接觸塑膠板吸附的樣本紙張少。

問題四：導體貼附的位置對絕緣體上各位置所產生的靜電情形及影響？

實際待答問題：滑梯上的靜電是否能透過導線而去除？

取樣理由：1.由【實驗三】得知徒手接觸摩擦材質可減少吸附的樣本紙張。

2.由【實驗一】得知鐵尺（導體）無法吸附樣本紙張。

3.銅線和鐵線為日常較易取得的導體。

【實驗四】導電材質位置（圖十二、圖十三、圖十四）

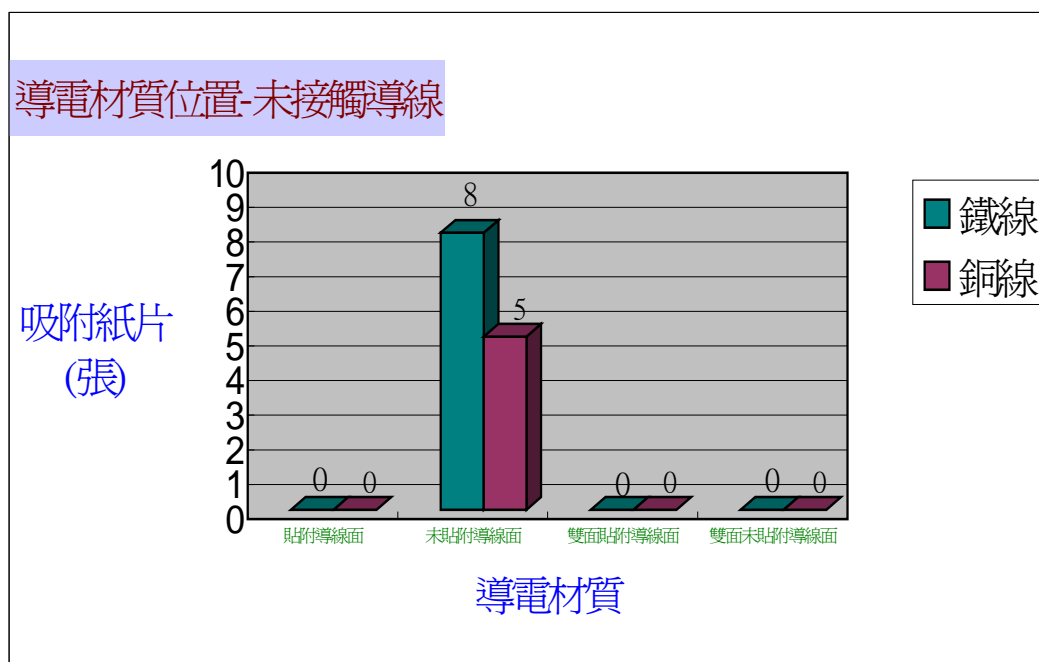
（一）控制變因：整體控制變因。

（二）操作變因：1.不同的接地材質－鐵線及銅線

2.接地因素（接觸摩擦材質）－(1)戴手套 (2)未戴手套

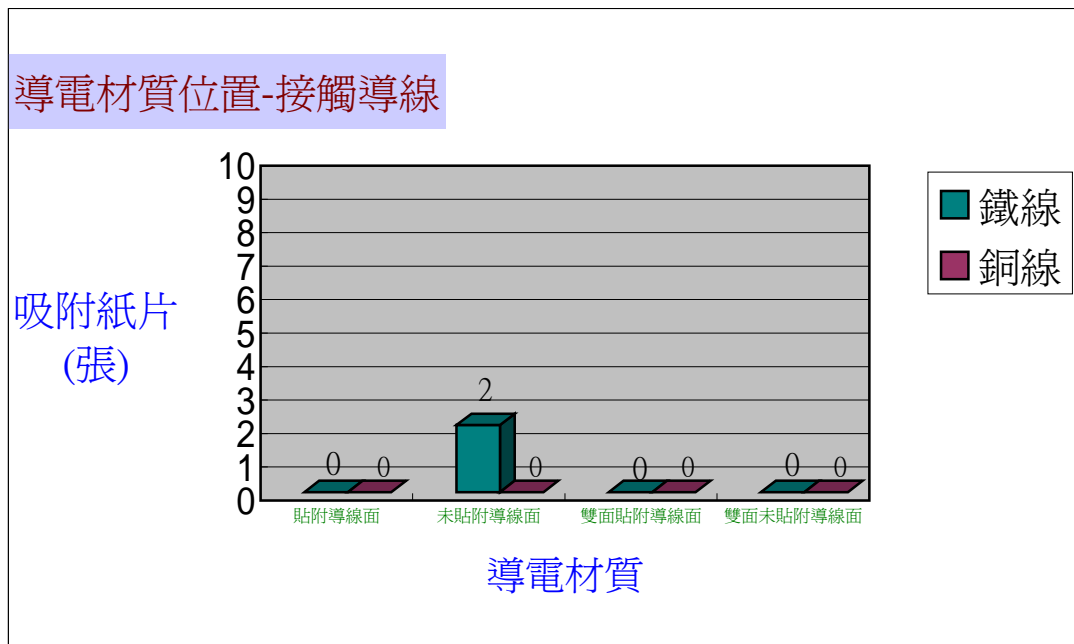
A、未接觸導線（為方便比較，統計表內數值皆為三次實驗後平均值）

摩擦面 導電材質	吸附紙片量			
	貼附導線面	未貼附導線面	雙面	
			貼附導線面	未貼附導線面
鐵線	0	8	0	0
銅線	0	5	0	0



B、接觸導線（爲方便比較，統計表內數值皆爲三次實驗後平均值）

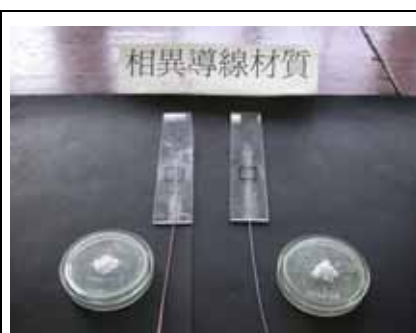
摩擦面 導電材質	吸附紙片量			
	貼附導線面	未貼附導線面	雙面	
			貼附導線面	未貼附導線面
鐵線	0	2	0	0
銅線	0	0	0	0



- 結果：1.貼附銅線的塑膠尺比貼附鐵線的塑膠尺吸附的樣本紙張少。
2.導線放置的摩擦面比未放置導線摩擦面所吸附的樣本紙張少。



圖十二 準備【實驗四】器材



圖十三 【實驗四】器材



圖十四 【實驗四】操作情形

問題五：絕緣體摩擦位置對導體貼附的位置所產生的靜電情形及影響？

實際待答問題：滑梯上的靜電是否能在絕緣體上或貼附錫箔塑膠板上傳導？

取樣理由：1.由【實驗四】得知貼附導體塑膠面吸附較少的樣本紙張。

2.錫箔為柔軟性質材料且可鋪成平面，可與【實驗四】相對照。

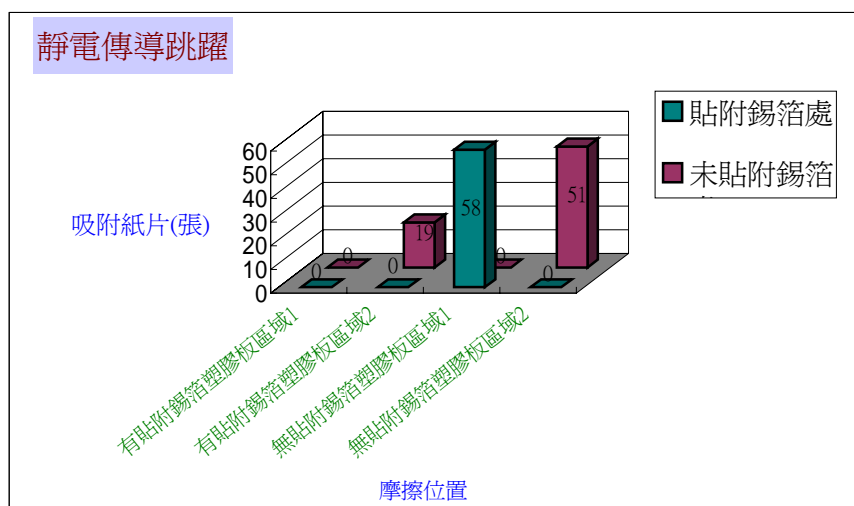
【實驗五】靜電傳導跳躍

(一) 控制變因：整體控制變因。

(二) 操作變因：塑膠尺表面有無貼附錫箔。

(為方便比較，統計表內數值皆為三次實驗後平均值)

項目	吸附紙片量			
	有貼附錫箔塑膠板		無貼附錫箔塑膠板	
	貼附錫箔處	未貼附錫箔處	區域 1	區域 2
貼附錫箔處 (區域 1)	0	0	58	0
未貼附錫箔處 (區域 2)	0	19	0	51



結果：1.有貼附錫箔的塑膠板吸附的樣本紙張比無貼附錫箔塑膠板少。

2.摩擦的位置與樣本紙張吸附多寡有關，即靜電無跳躍至非摩擦區域。



圖十五 【實驗五】器材



圖十六 【實驗五】實驗情形



圖十七 【實驗五】實驗紀錄



圖十八 塑膠板區域 1 吸附情形



圖十九 塑膠板區域 2 吸附情形



圖二十 貼錫箔區域 2 吸附情形

問題六：絕緣體上不同的表面塗佈所產生的靜電情形及影響？

實際待答問題：將滑梯表面上塗上不同的塗料，是否可改善靜電的產生？

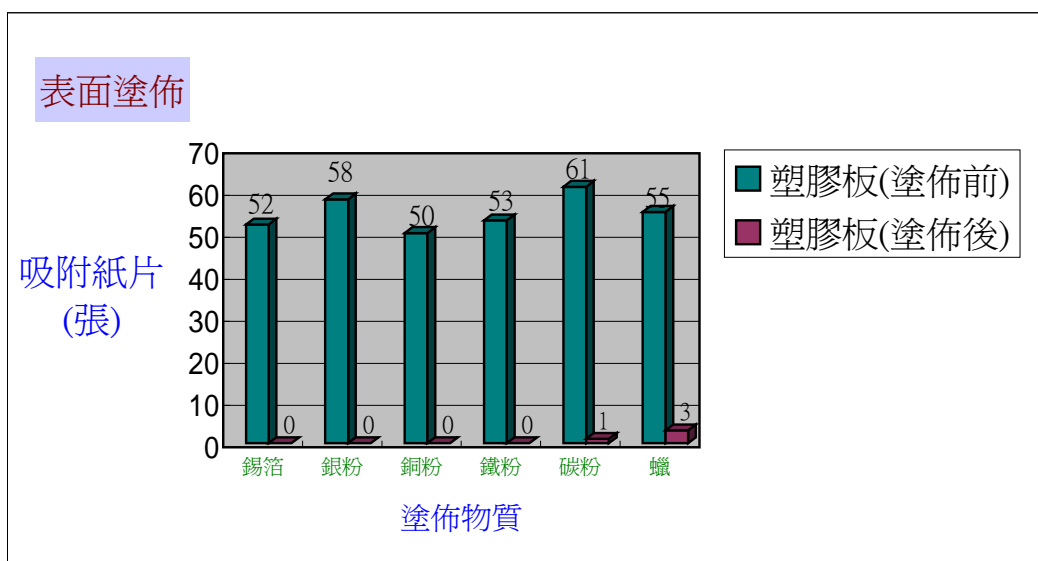
取樣理由：1.由【實驗五】知金屬導體可改善靜電產生，所以金屬粉末為主。

2.碳（石墨）為可導電的非金屬。

3.蠟為有機物質做為對照。

【實驗六】表面塗佈

項目 塗佈物質	吸附紙片量				
	塑膠板 (塗佈前)	塑膠板 (塗佈後)			
		一	二	三	平均
錫箔	52	0	0	0	0
銀粉	58	0 (旁邊有紙片)	0	0	0
銅粉	50	0	0	0	0
鐵粉	53	0	0	0	0
碳粉	61	2	1	0	1
蠟	55	5	2	3	3

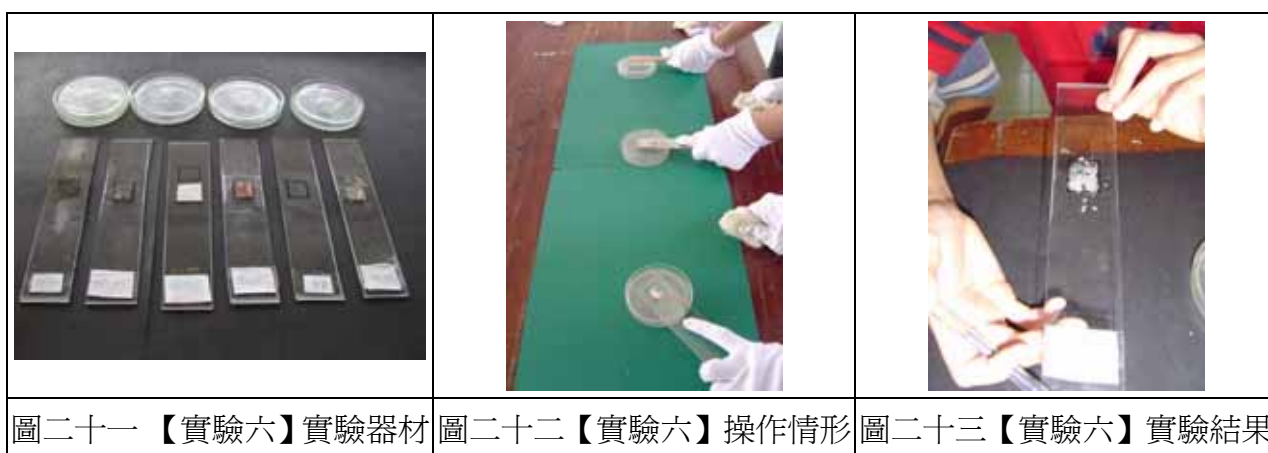


結果：1.塑膠板塗佈物質後比塗佈物質前所吸附的樣本紙張少。

2.塑膠板塗佈金屬物質塗料吸附的樣本紙張較少。

3.塑膠板塗佈蠟塗料吸附的樣本紙張較多。

實驗中發現，未添加任何導電粉體時，其所產生之靜電量相當多，在塗佈一層導電粉體後，其靜電產生情形瞬間下降，甚至有靜電完全消除之情形。並且，隨著表面塗佈材料之不同，靜電產生消除之情形也不同，其中以導電性最好之銀粉、鐵粉與錫箔之靜電消除效果最好，其他之粉體也有相當好的效果。



柒、結論

從這些實驗結果中，我們推論以下結論：

- (一) 木頭雖為電的不良導體，但磨擦木頭卻無法產生靜電，所以在靜電的領域中木頭可說是導體，此點與文獻資料相符合。
- (二) 塑膠材質的滑梯比較容易產生靜電，木製與鐵製的滑梯則比較不容易產生靜電。
- (三) 著不同質料褲子摩擦塑膠滑梯，其靜電量產生大小依序為棉最小、絲綢、塑膠布、化纖布，毛皮相對可產生最大之靜電量。
- (四) 溜下塑膠梯的速度越慢，越不容易產生靜電；反之，則否。實驗結果顯示，當摩擦速度增加時，所產生之靜電量亦隨之上升，且戴手套後由於快速摩擦導致手套與塑膠尺之間之摩擦作用，反而幫助靜電之累積增加，因此處使靜電更快速的增加。

- (五) 摩擦材質或摩擦速度對導體材質的滑梯，皆不會產生靜電。由於鐵尺為良導體，因此摩擦速度之改變並未對其有影響。
 - (六) 塑膠為絕緣體，所以將導線加在塑膠背面，靜電並不會傳遞至導線而去除。
 - (七) 塑膠滑梯摩擦面上加裝金屬導線，可去除靜電的產生。
 - (八) 在塑膠滑梯上靜電僅出現在被摩擦的部分。
 - (九) 塑膠滑梯上表面塗佈導體粉體物質，有助於減少或去除靜電的產生。並且，隨著表面塗佈材料之不同，靜電產生消除之情形也不同，其中以導電性最好之銀粉、鐵粉與錫箔之靜電消除效果最好，其他之粉體也有相當好的效果。
- 總結：穿棉質衣物，慢速溜下塗有導體塗料的塑膠滑梯，可以有效減少或去除靜電。當摩擦介質之不同，對於靜電之產生也有程度不同之影響；調整摩擦的速度對靜電消除一樣具有顯著的改善；最後發現在材料之表面塗佈一層導點材質作表面改質處理，有助於對靜電消除之作用。

捌、討論

根據我們實驗結果所得到的結論，我們實地進行現場檢測發現，利用實驗所得的結論溜下滑梯確實改善了靜電效應。但是從這些實驗的結果，我們卻意外發現到下列問題：

- 一、由【實驗三】結果得知，鐵尺在絕緣的情形下，經摩擦後仍無法蓄積靜電。但在日常生活中我們卻遇到不同的現象：汽車，因為輪胎是絕緣體，所以整個車身如同與地面絕緣，然而爸媽在冬天開完車後觸摸車門，卻有「觸電」的現象發生。是因為汽車上的烤漆絕緣故？還是其他原因？如何解決或避免？
- 二、由【實驗五】結果發現靜電只產生在有摩擦的區域，但是在【實驗三】中卻發現手握被摩擦的塑膠板產生的靜電比絕緣的塑膠板少，值得深入探究。
- 三、由【實驗五】結果發現摩擦的位置與樣本紙張吸附多寡有關，即靜電沒有傳導或跳躍至非摩擦區域的現象。但事實上，當同學滑至滑梯下方時，滑梯上方的同學仍有被「電到」的現象，這情形可另行探究。
- 四、由【實驗六】得知，雖然表面塗佈是可行的，但是如果將導體粉末均勻融於塑膠內，所做成的材質是否也可成為抗靜電的材質？

以上為此次研究後所遺留下來的疑點，因時間、器材以及技術上的問題有待克服，所以留到下次做另一研究、探究的主題。

玖、參考資料

一、書籍

作者	書名	版(冊)次	出版地	出版社	頁數	出版年
蘇建中	自然與生活科技 — 電路 DIY	第四冊	台南市	南一書局	第 1~8 頁	2004 年
蘇建中	自然— 迷你電動機	第十一冊	台南市	南一書局	第 16~25	2003 年
林春輝	自然科實驗	二版	台北市	光復書局	125 頁	1995 年
林春輝	電氣	二版	台北市	光復書局	第 14、15 頁	1984 年
許鐘榮	電的故事	4 月再版	台北市	圖文出版社	第 4~6 頁	1991 年
陳游敏伶	趣味電子常識	7 月再版	台北市	雪山出版社	第 111~114 頁	1985 年
蘇俊源	科學小常識	9 版	台北縣	泉源出版社	第 157~158 頁	1991 年
蘇俊源	身體的奧秘	2 版	台北縣	泉源出版社	第 109~110 頁	1988 年
柯綉雪	十萬個爲什麼？ 科學篇	5 版	台北縣	鐘文出版社	第 25~27 頁	1985 年

二、網站：

網站名稱	作者	網址
經典靜電學史與現代靜 電技術	劉尙 合	http://www.esd-china.com/BIG/papers/paper.htm
人類認識電的歷史		http://content.edu.tw/junior/phy_chem/ty_lk/sir/content/cph8/b1001.htm
科普知識		http://www.nsc.gov.tw/popular_science.asp?add_year=2004&popsc_aid=67
國立高雄師範大學 Adept 實驗室		http://140.127.79.16/~adept/
技術尖兵		http://www.st-pioneer.org.tw/modules.php?name=magazine&pa=showpage&tid=419

評語

080805 國小組生活與應用科學科

愛作怪的電

作品題目取材自日常生活，實用亦有趣，但在內容上可更深入，實驗條件可再仔細控制，將能成為更好的作品。