

中華民國第四十五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

第一名

080833

噼趴噼趴的精靈—小放電的探討

臺北縣新莊市丹鳳國民小學

作者姓名：

小六 李旻融 小五 林敬修

指導老師：

林俊成 簡樹文

噼叭噼叭的精靈 —— 小放電的探討

一、**摘要**：電的正負極靠近至某一程度時，會有放電現象，產生有光芒的閃光線條，且帶有噼叭噼叭的聲音，令人覺得好看又好奇，本研究利用瓦斯點火槍的設備和自己設計的實驗，對小放電做探討，以解答心中的疑問。

二、**研究動機**：上五下自然與生活科技課第二單元“水溶液的導電性”時，可以看到發光二極體因為導電的關係而發光，老師說我們使用的是直流電，並且介紹到自然界中最大的閃電也是直流電，在實際的生活中，我們也看過閃電的樣子，看著瞬間的光芒總令我興奮，也有點害怕，又帶著好奇的感覺，我想了解閃電時是否都是成 N 字形，我想看清楚閃電的顏色是否都一樣，我也想了解閃電打到物體後會怎樣。爸爸說那是不可能的研究，因為閃電很危險，且時間太短。有一天，在五金行我看到老闆在販賣操作瓦斯點火槍，那個產生放電的情形，將相閃電一樣，於是我想，研究大放電→閃電不可能，那麼我就來研究小放電，因此，我也買了一把瓦斯點火槍帶到學校來請教老師和同學，展開了這個科學探討。

三、研究目的：

- (一) 探討小放電對物質的穿透能力。
- (二) 探討小放電瞬間放電的形態。
- (三) 尋求小放電的利用價值。

四、研究問題：

- (一) 小放電對哪些物質有穿透能力？
- (二) 電流穿透不同物質時的放電顏色是否也不同？
- (三) 非導體上的放電形態都相同嗎？
- (四) 電流垂直放電於非導體時能看出電場的範圍和形狀嗎？
- (五) 放電的震盪能清除非導體表面的粉屑嗎？
- (六) 水面上的粉屑在放電的衝擊下會有什麼現象呢？
- (七) 放電的電流能導引液體嗎？

五、研究器材：

瓦斯點火槍、直流電整流器〈3~12V〉、木屑、粉筆、珍珠板、木板、小蘇打粉、鹽、布紅墨水、磁磚、直尺、碼表、棉紙、燒杯、光碟片、滑石、石墨、樹葉、紙張、塑膠袋、滑石粉、保麗龍粉、鐵粉、鋁粉、銅粉、石墨粉。

六、研究過程與方法：

問題（一）小放電對哪些物質有穿透能力？

實驗（一）我們將瓦斯點火槍連接六段電流轉接器成可以調節電壓的裝置，並用周遭和學校實驗室容易取得的物品：鋁箔、銅片、鐵棒、硬幣、頁岩、雲母、滑石、石墨、飛機木、木條、木炭、影印紙、牛皮紙、粉彩紙、西卡紙、瓦楞紙、塑膠袋、墊板、棉布、抹布、毛巾、榕樹葉、桑葉、落地生根葉片

、石蓮花、蘆薈、福木葉片等物，對它們分別做放電的實驗。

結果：我們發現

- 1、屬金屬物質都可以使小放電穿透該物而放電。
- 2、岩石類中除了石墨和雲母可以被小放電穿透外，其餘的岩石都不能被小放電穿透，只能在岩石的表面，在兩電線端之間呈放電狀態。
- 3、比較薄的塑膠、紙張或木板都能讓小放電穿透，而比較厚的塑膠、紙張或木板則需要較強的電壓才能將它穿透放電，若更厚時，則超過 6 伏特也不能將它們穿透放電。
- 4、植物的葉片不管厚薄都能穿透放電。如表（一）和照片。

物質種類		1.5V	3.0V	4.5V	6.0V	
金屬	鋁箔	V	V	V	V	
	銅片	V	V	V	V	
	鐵片	V	V	V	V	
	硬幣	V	V	V	V	
非金屬	岩石	頁岩	X	X	X	X
		雲母	V	V	V	V
		滑石	X	X	X	X
		石墨	V	V	V	V
	木材	飛機木	V	V	V	V
		木條	X	X	X	X
		木炭	X	X	X	X
	紙類	影印紙	V	V	V	V
		牛皮紙	V	V	V	V
		粉彩紙	X	V	V	V
		西卡紙	X	X	V	V
		瓦楞紙	X	X	X	X
	塑膠類	塑膠袋	V	V	V	V
		墊板	X	X	X	X
	布類	棉布	V	V	V	V
		抹布	V	V	V	V

		毛巾	V	V	V	V
樹葉		榕樹	V	V	V	V
		桑葉	V	V	V	V
		落地生根	V	V	V	V
		石蓮花	V	V	V	V
		蘆薈	V	V	V	V
		福木	V	V	V	V
		紫鴨跖草	V	V	V	V

我們的歸納：

- 1、金屬、石墨是導電的導體，所以能被穿透放電。
- 2、植物的葉片因含有水分所以成為導體而能被穿透放電。
- 3、較薄的紙張、塑膠或布因為有小的縫隙，所以也能讓電穿透而放電。
- 4、厚的非導體物質不能被穿透。

我們的疑問：在實驗的過程中，我們看到放電的顏色好像不太一樣，這是否和導電的物質有關聯呢！為了解答心中的疑問於是我們做了下一個問題的研究。

問題（二）電流穿透不同物質時放電的顏色是否也不同？

實驗（二）我們用可近拍的數位相機將對不同物質放電時的電流顏色拍攝下來比較。

結果：**我們發現**→對不同物質放電時的電光顏色確實很不一樣喔！

甲：穿透**金屬**時：1、顏色是紫色或紫白色。

2、**出發端** → 電流是一條較粗的電光。

接收端 → 呈現多條較細的電光。

乙：穿透**雲母**時：**出發端** → 以純紫色且分岔多條的電光噴出，在碰觸雲母時，紫色電光會擴散開來，再穿透回**接收端**。

丙：穿透**飛機木**的電光，再出發端呈銀白色，穿透後呈現藍紫色分岔電光。

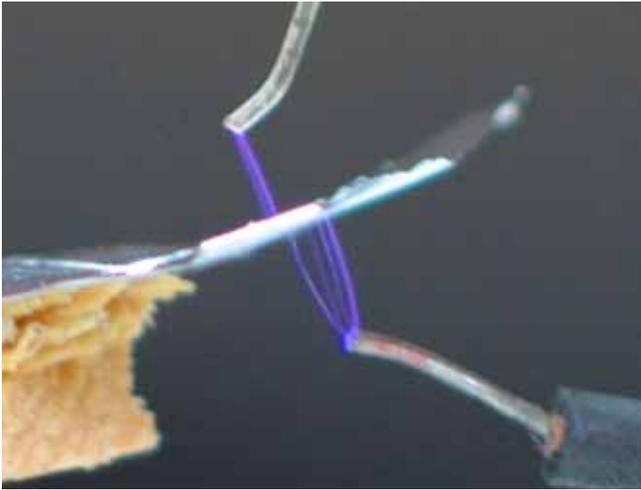
丁：穿透**紙類**的電光，從出發端到接收端幾乎都是多條分岔的電光，顏色出發端為銀白色，穿透後就變成藍色或紫色。

戊：穿透**薄的塑膠袋**時，出發端呈淡粉紅色，穿透後變成紫色，且塑膠袋會被電光熔化，可見放電是有熱度的。

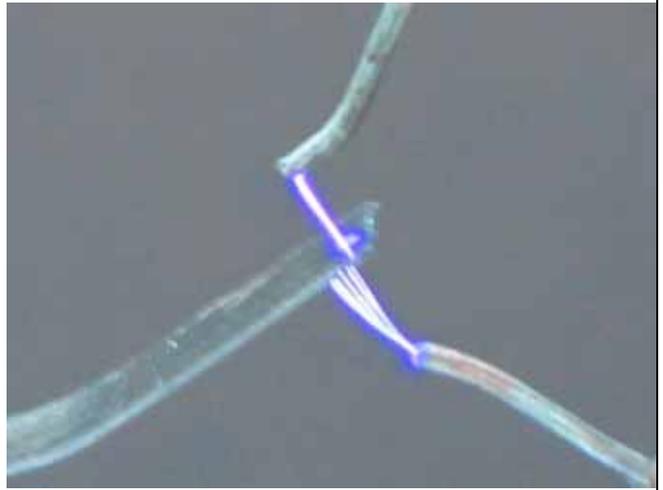
己：穿透**布類**的電光，不管出發端或接收端都呈現細細的紫色電光。

庚：電流穿透**樹葉類**時：**較厚的肉質葉**→如：**石蓮花**、**蘆薈**、**榕樹葉**當電流在碰觸葉片時，呈現火紅的顏色，和出發時的藍色有很大的差別。

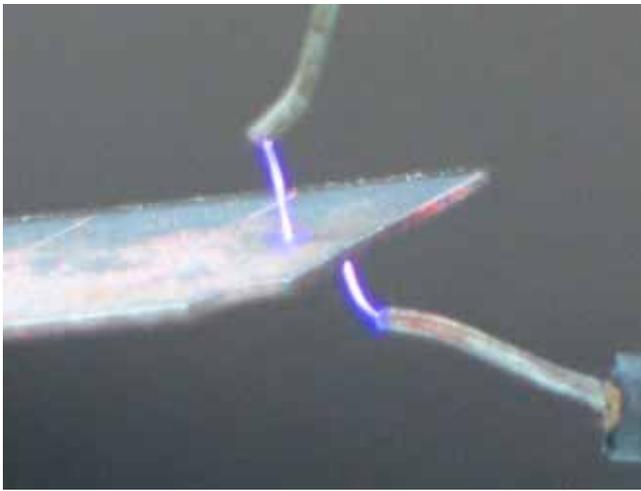
較薄的葉片→如：**桑葉**、**變葉木**是呈現細的紫色電光。



鋁箔



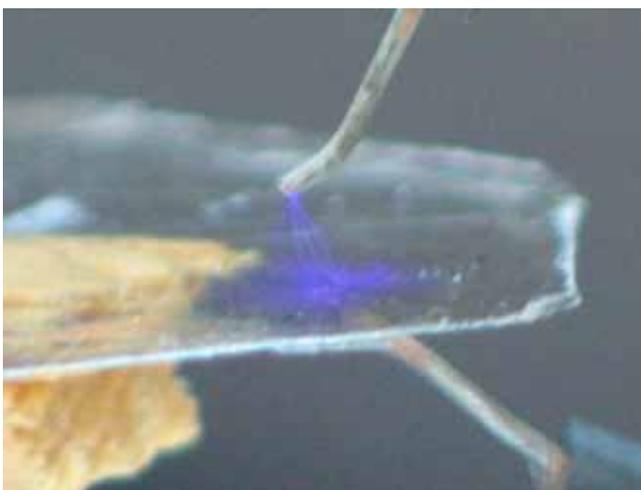
銅片



鐵片



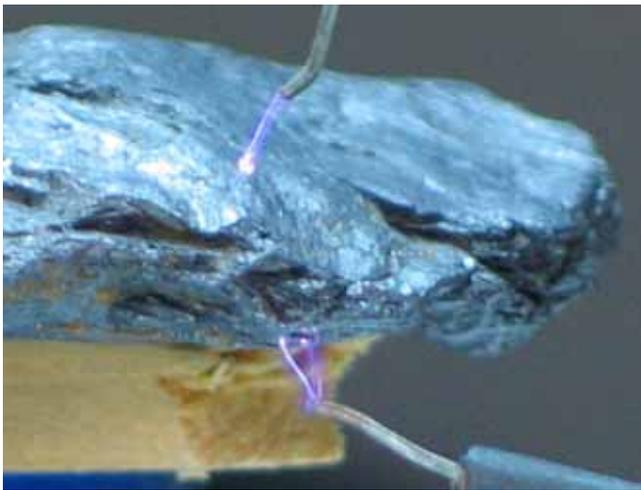
頁岩



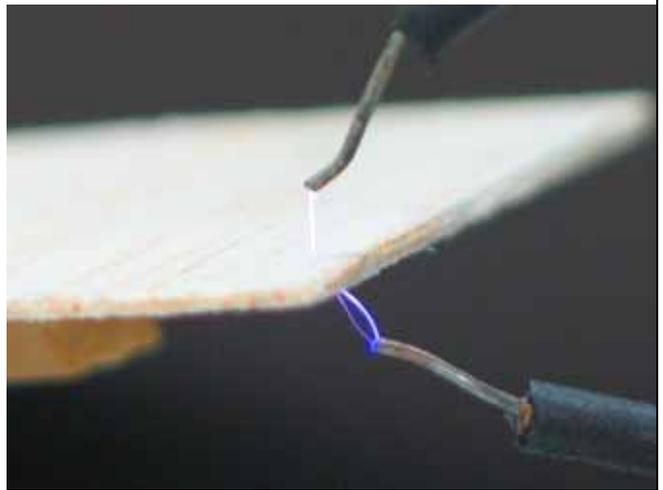
雲母



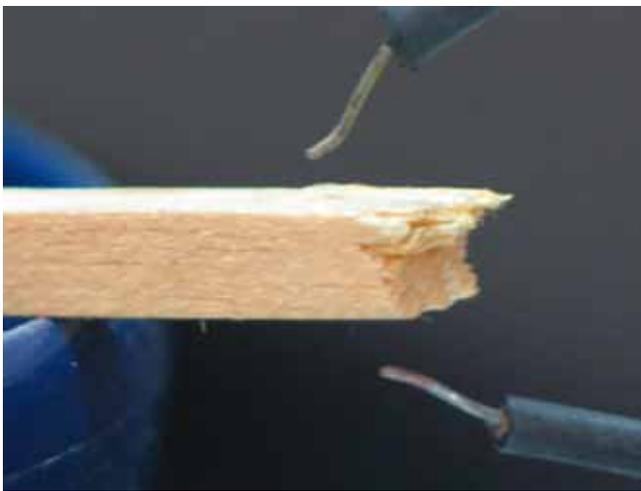
滑石



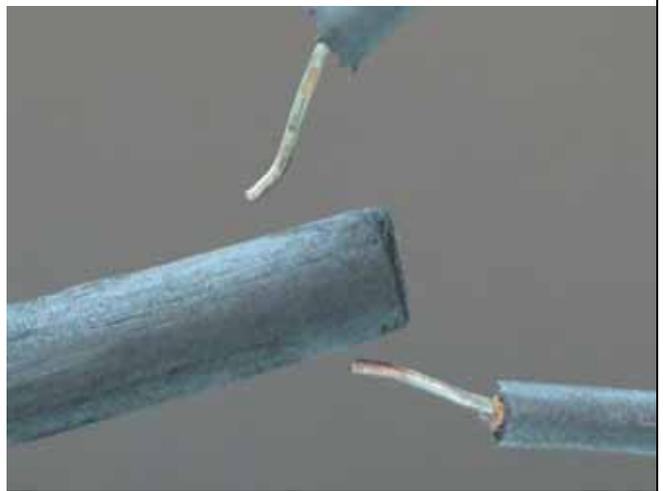
石墨



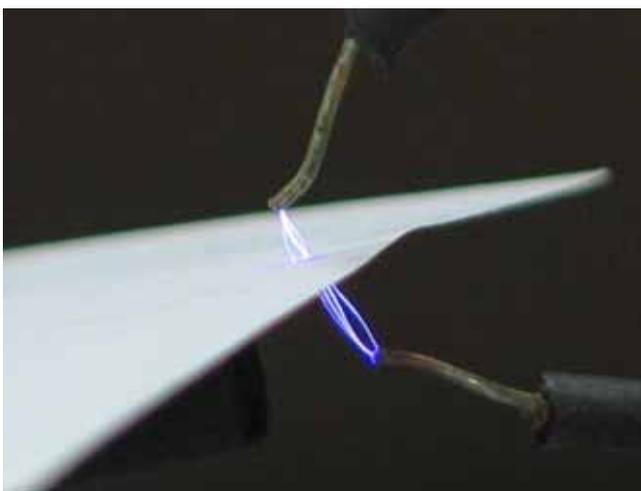
飛機木



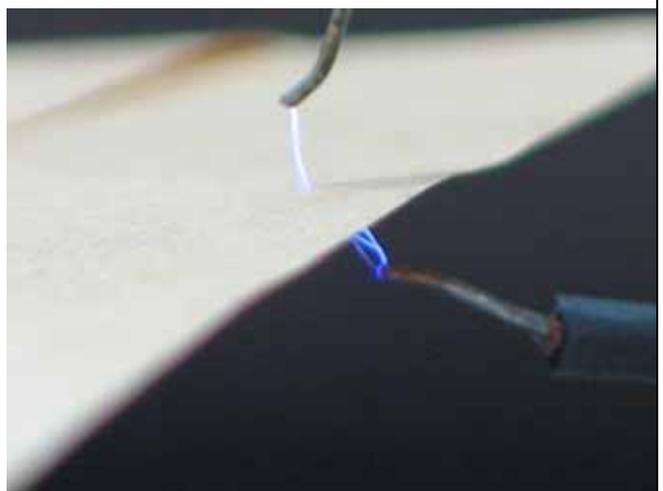
木條



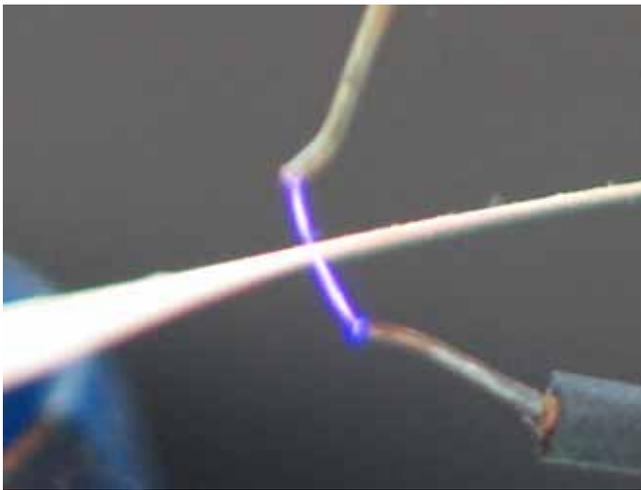
木炭



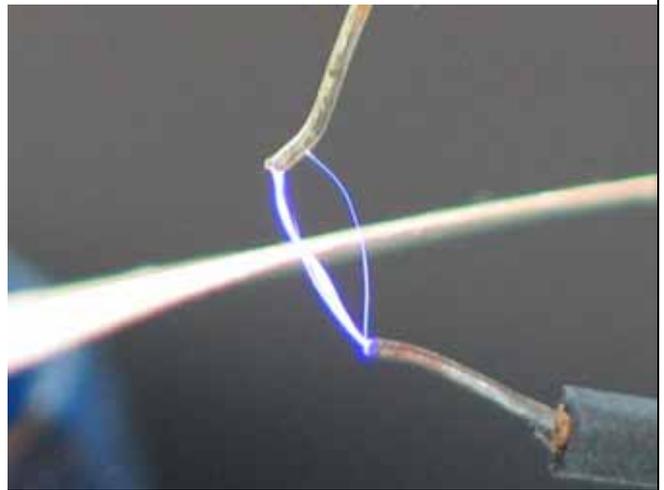
影印紙



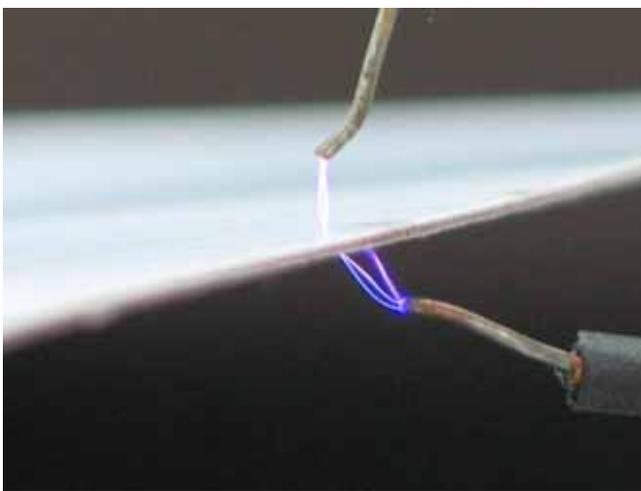
牛皮紙



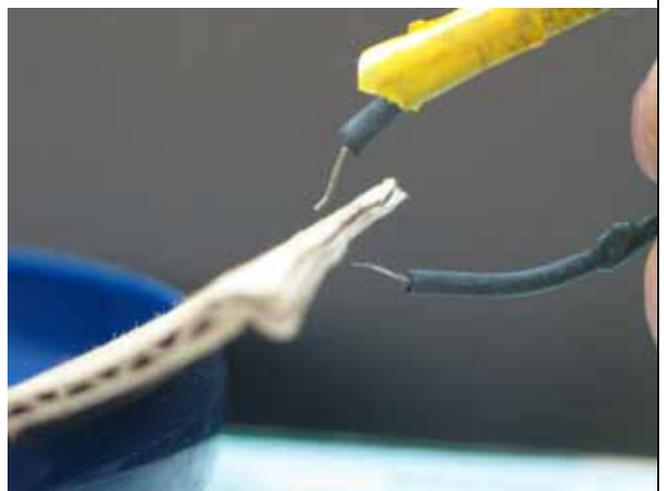
粉彩紙 -1



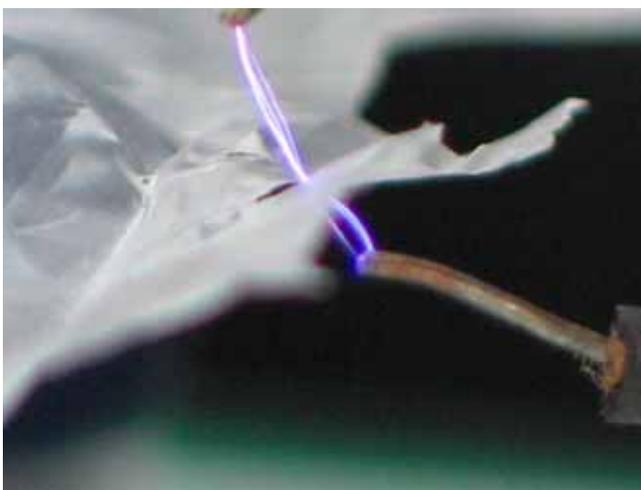
粉彩紙 -2



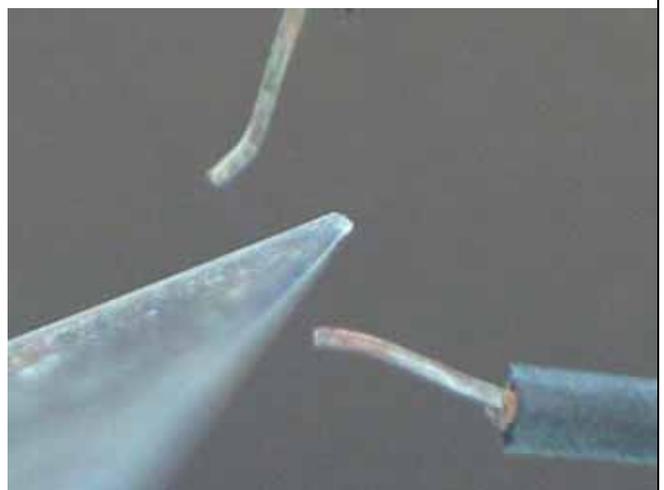
西卡紙



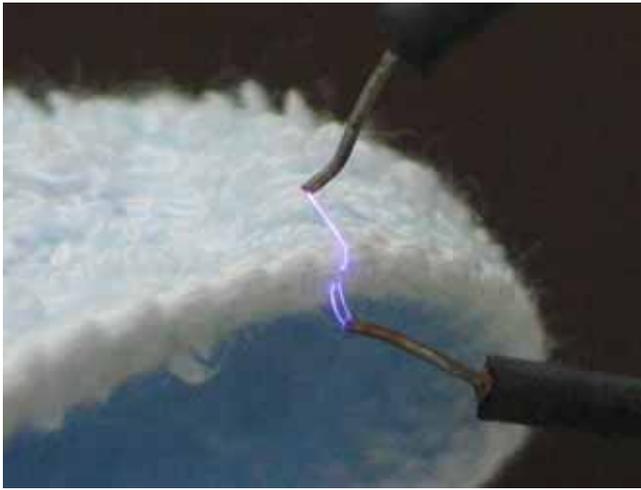
瓦楞紙



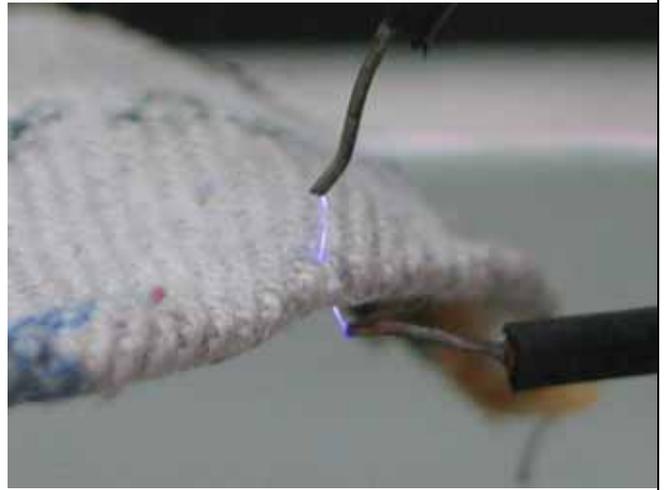
塑膠袋



墊板



毛巾



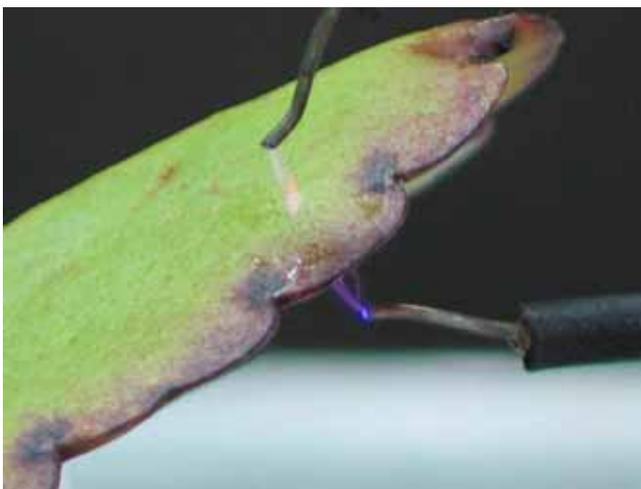
抹布



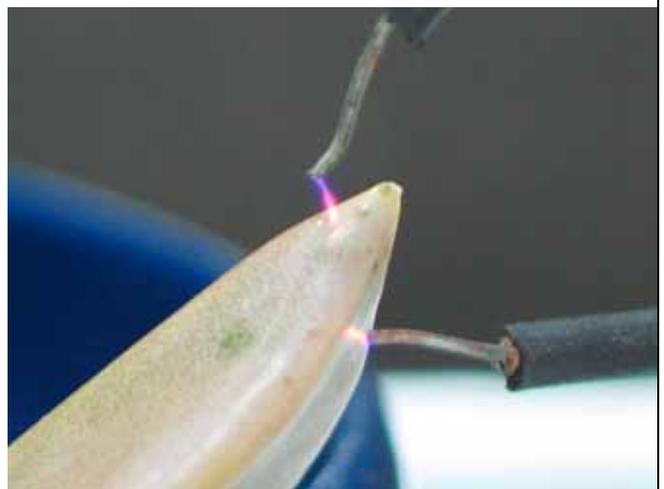
桑樹葉



榕樹葉



落地生根



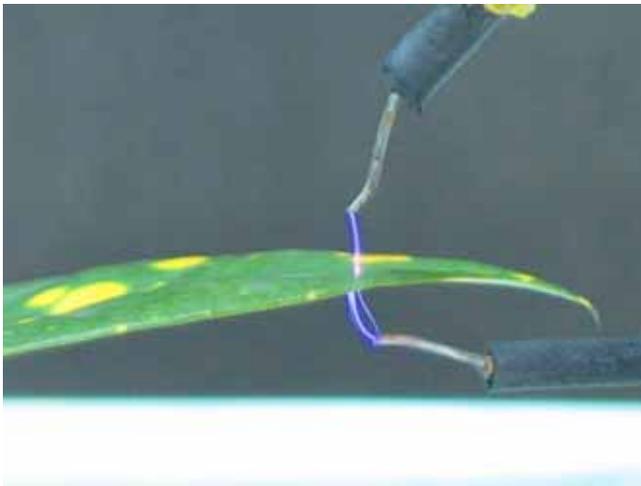
石蓮花



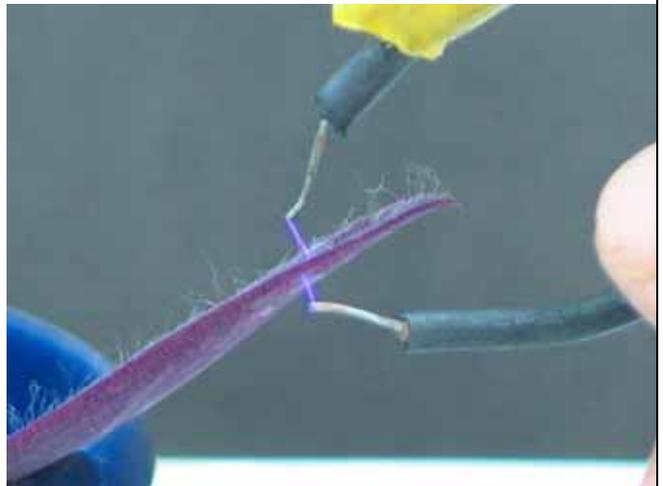
蘆薈葉



福木葉



變葉木



紫鴨跖草

實驗（三）我們在同一杯純水中分別放入不同的溶質，有紅糖、鹽、小蘇打粉、硼酸、味精、茶葉、紫高麗菜汁、木棉花汁、洗手乳等，再用長條狀棉紙吸取溶液，然後用瓦斯點火槍對棉紙放電，觀察放電的顏色。

結果：我們發現：

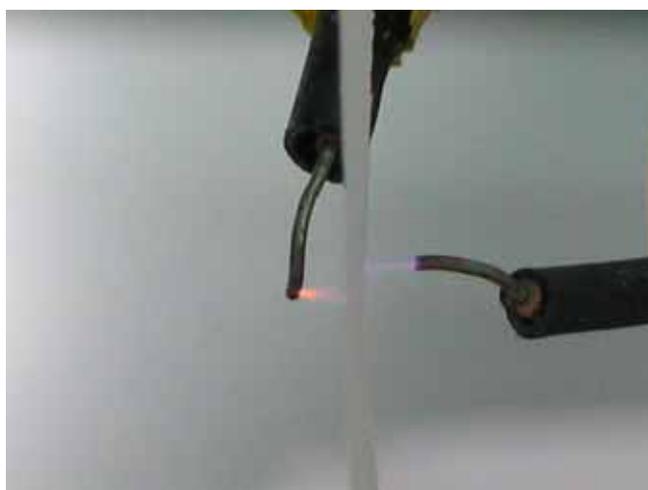
（一）中性溶液：1、味精、糖水、紫高麗菜汁、木棉花汁、洗手乳、茶水→ 紫色電光。

2、鹽水：出發端 → 先是粉紅色當碰觸鹽水棉紙變橘紅色。

接收端 → 離開鹽水棉紙時以鮮豔的橘紅色噴出再變成紫色最後變成粉紅色。

（二）酸性溶液：硼酸和醋酸都是淡紫色電光。

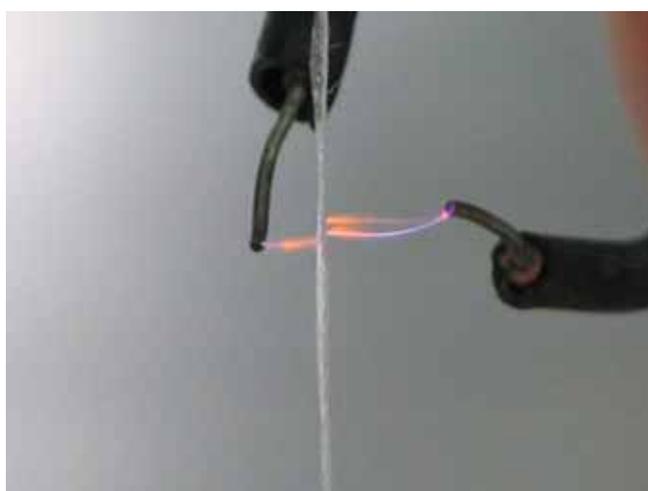
(三) 鹼性溶液：小蘇打水：電流從出發端以橘紅色噴出 → 穿透棉紙 → 以紫色電光回到接收端。



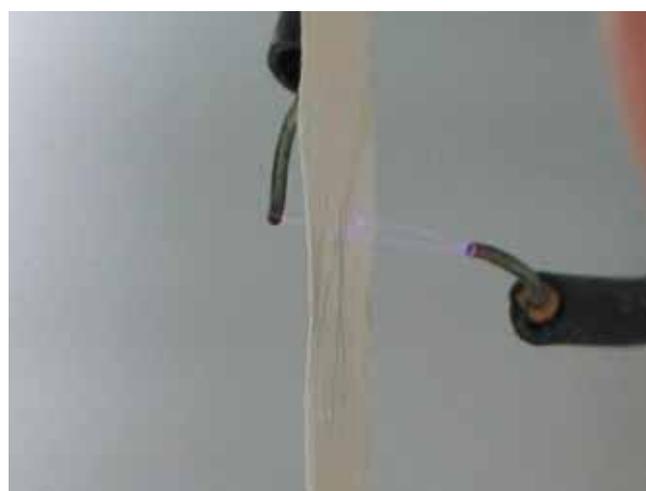
小蘇打水



味精



食鹽水



糖水



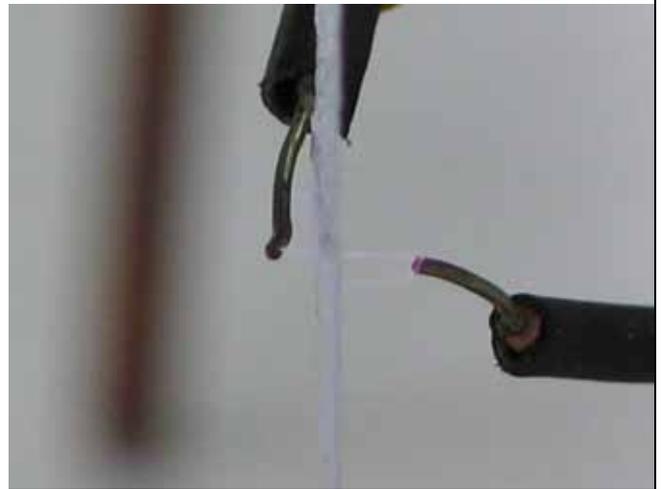
硼酸



醋酸



洗手乳



紫色高麗菜汁



木棉花汁



茶水

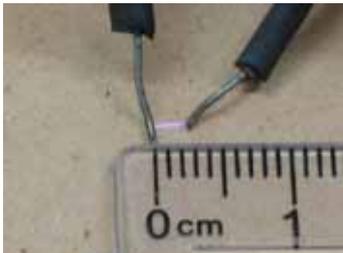
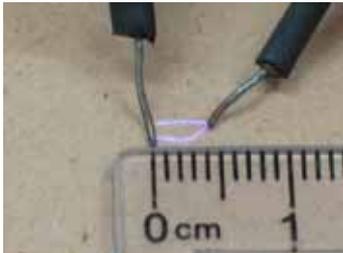
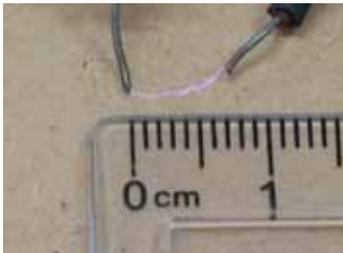
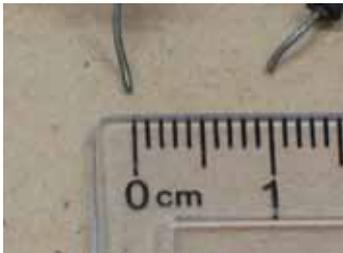
問題（三）非導體上的放電形態都相同嗎？

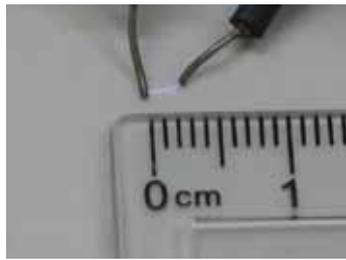
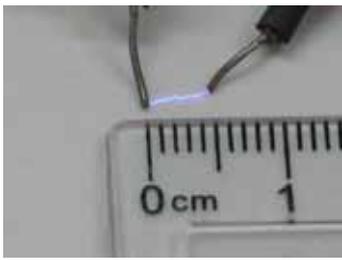
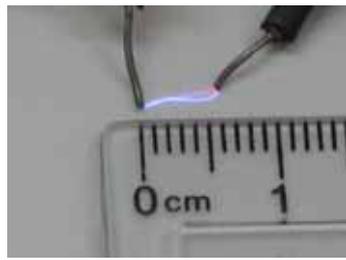
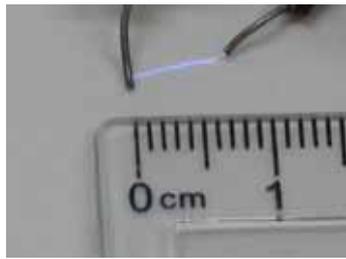
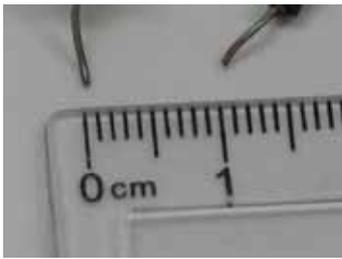
我們的想法：在非導體上的放電不是垂直的穿透，而是在物體表面呈現波浪狀的電光，但是到底電光彎曲的形狀是怎樣呢？還有每次放電的形狀會相同嗎？

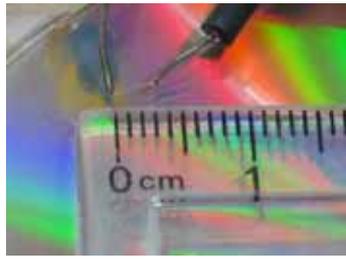
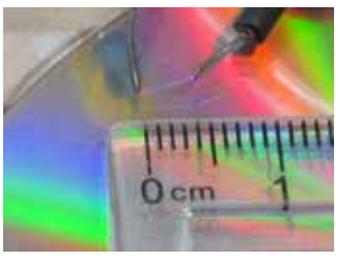
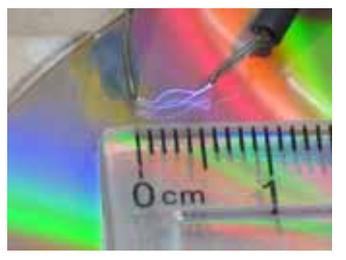
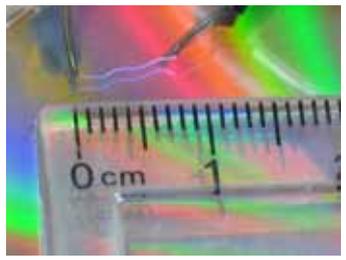
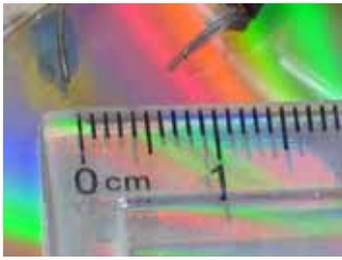
實驗（四）我們將兩條電線的距離分別定在 0.2CM、0.4CM、0.6CM、0.8CM、1.0CM。且分別在磁磚、木板、光碟片表面上做放電實驗，實驗時我們用數位相機近攝放電形態。

結果：**我們發現**：

- 1、當兩條導線之間的距離越長時電流越細，有波浪狀的彎曲。
- 2、當兩條導線距離在 0.4→0.6CM 時，電流變得比較粗也比較亮，會分岔成 2 至 3 條電光，還發出噼叭的響聲。
- 3、兩導線距離在 0.2CM 時，電流呈現又細又直的電光。
- 4、在三種材質上放電時，以光碟片上的電光最會彎曲。

形狀 距離 物質	0.2CM	0.4CM	0.6CM
	木板		
0.8CM		1.0CM	
			

磁 磚	0.2CM	0.4CM	0.6CM
			
	0.8CM	1.0CM	
			

光 碟 片	0.2CM	0.4CM	0.6CM
			
	0.8CM	1.0CM	
			

問題（四）電流垂直放電於珍珠板上的不同粉末時能看出電場的範圍和形狀嗎？

探討（一）：電流放電於珍珠板上非導體粉末時，能看出電場的範圍和形狀嗎？

實驗（五）我們將滑石、保麗龍粉末平均灑在珍珠板上，用瓦斯點火槍分別在垂直距離珍珠板 0CM、0.2CM、0.4CM 的位置放電 20 秒，因為在電場範圍粉末會被小放電的震盪力量彈開，行成不同的範圍和形狀，就可看出放電於不同粉末的電場花樣。

結果：我們發現在距離不同時，電場範圍和形狀也不相同，如下表所述及照片：

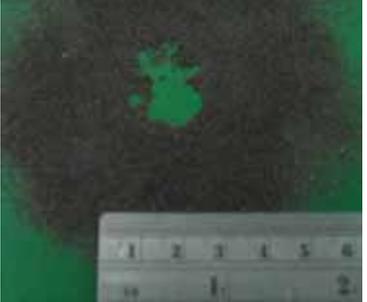
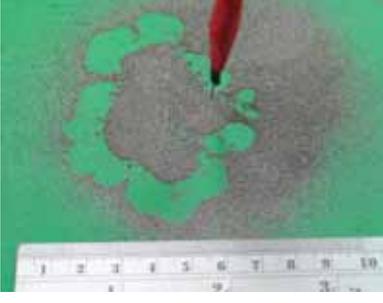
放電距離		0CM	0.2CM	0.4CM
1	滑石粉			
實驗紀錄		1、產生直徑約 2.5 CM 的中空圓形電場。 2、電場中央隱約可看見另一個小圓。	1、無法看見完整的圓形電場，但仍可看出放射狀的電流放電形態。	1、只見零星的小缺塊，電場範圍不明顯。
2	保麗龍粉			
實驗紀錄		1、產生直徑約 2CM 的中空圓形電場。 2、電場中央所有粉末全部彈開。	1、圓形電場縮小成約直徑 1CM。 2、周圍有放射狀電場花樣。	1、圓形電場再縮小為直徑約 0.7CM。 2、周圍放射狀花樣不見了。

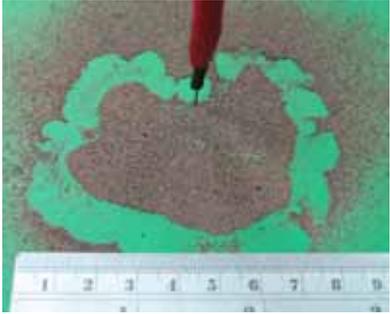
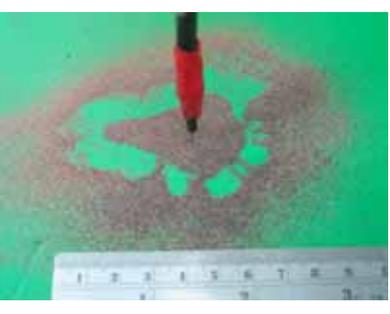
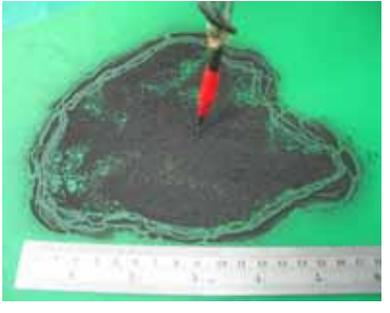
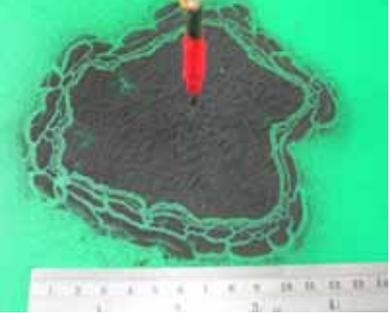
我們的疑問：既然在非導體的粉末上能看出小放電的電場花樣，那麼如果放電在導體的粉末上時，它的電場花樣又是什麼形態呢？於是我們又做了探討（二）的實驗。

探討（二）：電流放電於珍珠板上的導體粉末時，能看出電場的範圍和形狀嗎？

實驗（六）方法同時驗（五），但粉末分別改成鐵粉、鋁粉、銅粉及石墨粉。

結果：我們發現導體的粉末其電場的範圍和花樣，變化非常的大，如照片及說明：

放電距離	0CM	0.2CM	0.4CM
1 鐵粉			
實驗紀錄	<ul style="list-style-type: none"> ●電流將鐵粉震盪成一中空的塊狀花樣。 	<ul style="list-style-type: none"> ●電場範圍縮成很小的零星塊狀。 	<ul style="list-style-type: none"> ●電場範圍縮成很小的零星塊狀。
2 鋁粉			
實驗紀錄	<ul style="list-style-type: none"> ●放電的電流將鋁粉震盪成直徑約 5CM 的花朵狀電場花樣。 ●中間聚集大塊的鋁粉。 ●環狀花瓣部分的鋁粉，則被振開形成中空狀，和鐵粉的電場形態差異很大。 	<ul style="list-style-type: none"> ●電場範圍縮小為直徑約 4CM 的花樣。 ●中間聚集的鋁粉減少許多。 	<ul style="list-style-type: none"> ●電場範圍比 0.2CM 稍大，但形狀卻變成接近橢圓狀。

放電距離	0CM	0.2CM	0.4CM
3 銅粉			
實驗紀錄	<ul style="list-style-type: none"> ●電場範圍約為直徑 8CM。 ●外形接近橢圓形。 ●中間聚集的銅粉面積比鉛粉還要大。 	<ul style="list-style-type: none"> ●電場範圍加大為 10CM。 ●外形接近橢圓形。 ●橢圓中間原來整塊的銅粉被震盪成 3 大塊。 	<ul style="list-style-type: none"> ●電場範圍縮小成直徑 7CM。 ●中間的銅粉又變成整塊，可是卻變小了。
4 石墨粉			
實驗紀錄	<ul style="list-style-type: none"> ●放電的電流在整片石墨粉屑的周邊震盪成多條環狀的紋路。 ●將邊緣的石墨粉屑切成細塊狀。 	<ul style="list-style-type: none"> ●形狀和 0CM 時相似。 ●但是中間堆滿石墨粉的部分縮小。 ●花紋部分面積擴大，且紋路變得更清晰。 	<ul style="list-style-type: none"> ●形狀和 0CM 時相似。 ●花紋部分的塊狀變得較大也較明顯。

問題（五）利用放電的震盪能清除非導體表面的粉屑嗎？

實驗（六）甲、我們在滑石上放電觀察。

結果：我們發現放電時滑石表面粉塵飛盪，而放電後的位置顯得較為潔亮。



滑石表面較軟的粉塵震盪飛揚

乙、我們在石頭上灑一些粉塵，再用瓦斯點火槍放電來觀察能否清理塵屑。
結果：我們發現石頭上的塵屑很容易就被放電震盪飛揚起來或掉落地下。



丙、我們用白色粉筆畫在砂紙上，用放電來觀察砂紙上的粉筆痕跡能否被清理乾淨。

結果：我們發現砂紙上粉筆的痕跡真的能被放電震盪而清理乾淨。





由此可見放電的震盪力真的能被利用來清理塵屑。

我們的疑問：如果粉屑是在水面上，那麼通電後會有什麼現象呢？為了解開心中疑問於是我們展開下一問題研究。

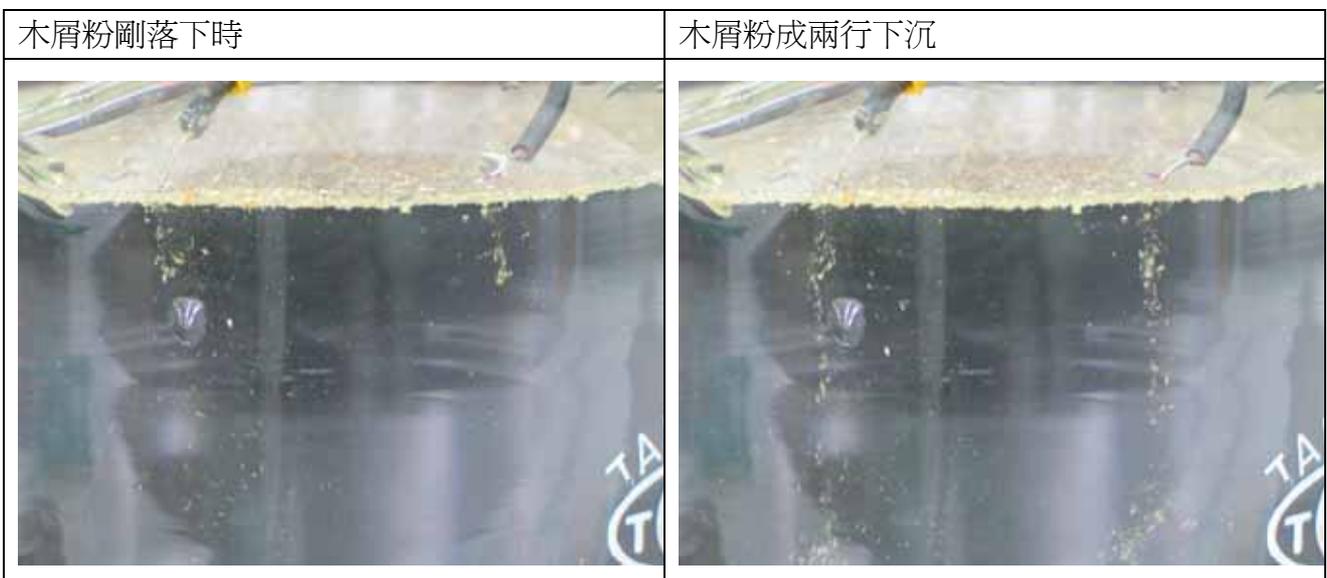
問題（六）水面上的粉屑在放電的衝擊下會產生什麼現象？

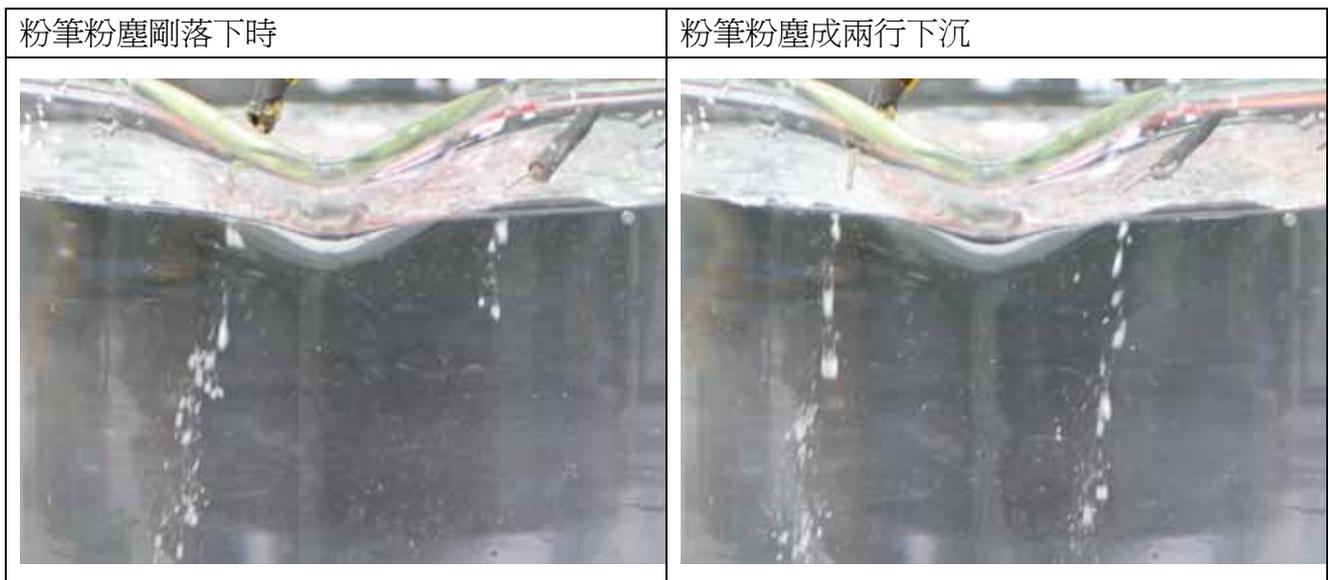
實驗（七）我們用燒杯裝 9 分滿的水，再將木屑或粉筆粉屑到在水面上，放電後看粉屑會有什麼變化情形。

結果：**我們發現**：1、木屑粉和粉筆粉屑都會被呈直線的打入燒杯底部，而且我們還發現粉筆粉屑下沉的速度比木屑粉快很多。

2、在電流的出發端水面漂浮粉末下沉的速度比較快，下沉量也較多。接收端漂浮粉末下沉速度明顯慢了很多，下沉量也少。

3、實驗情形如照片：

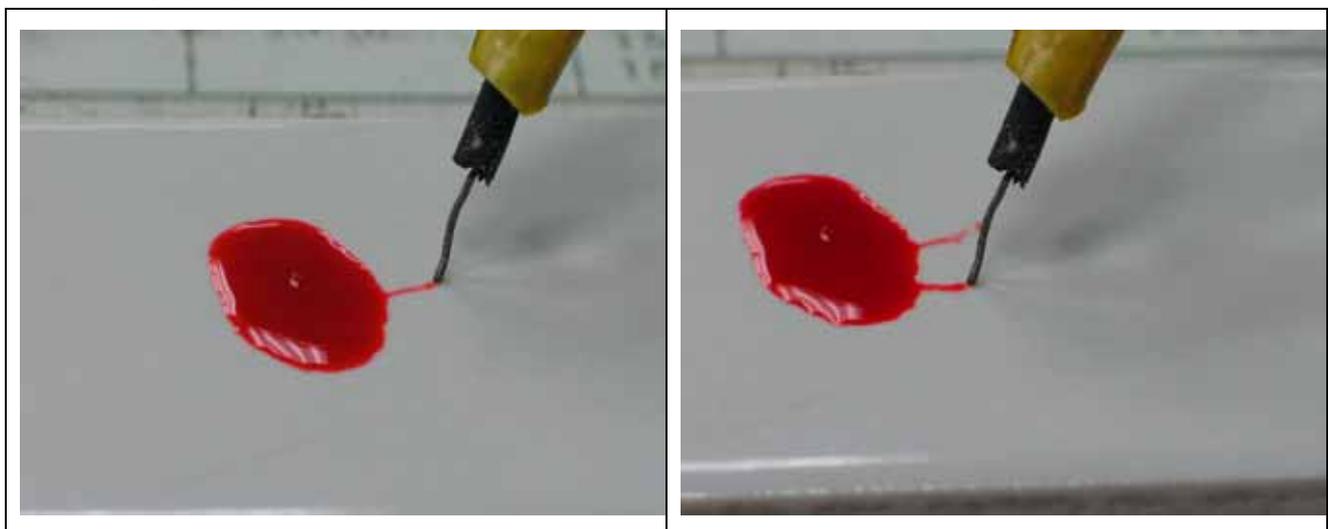


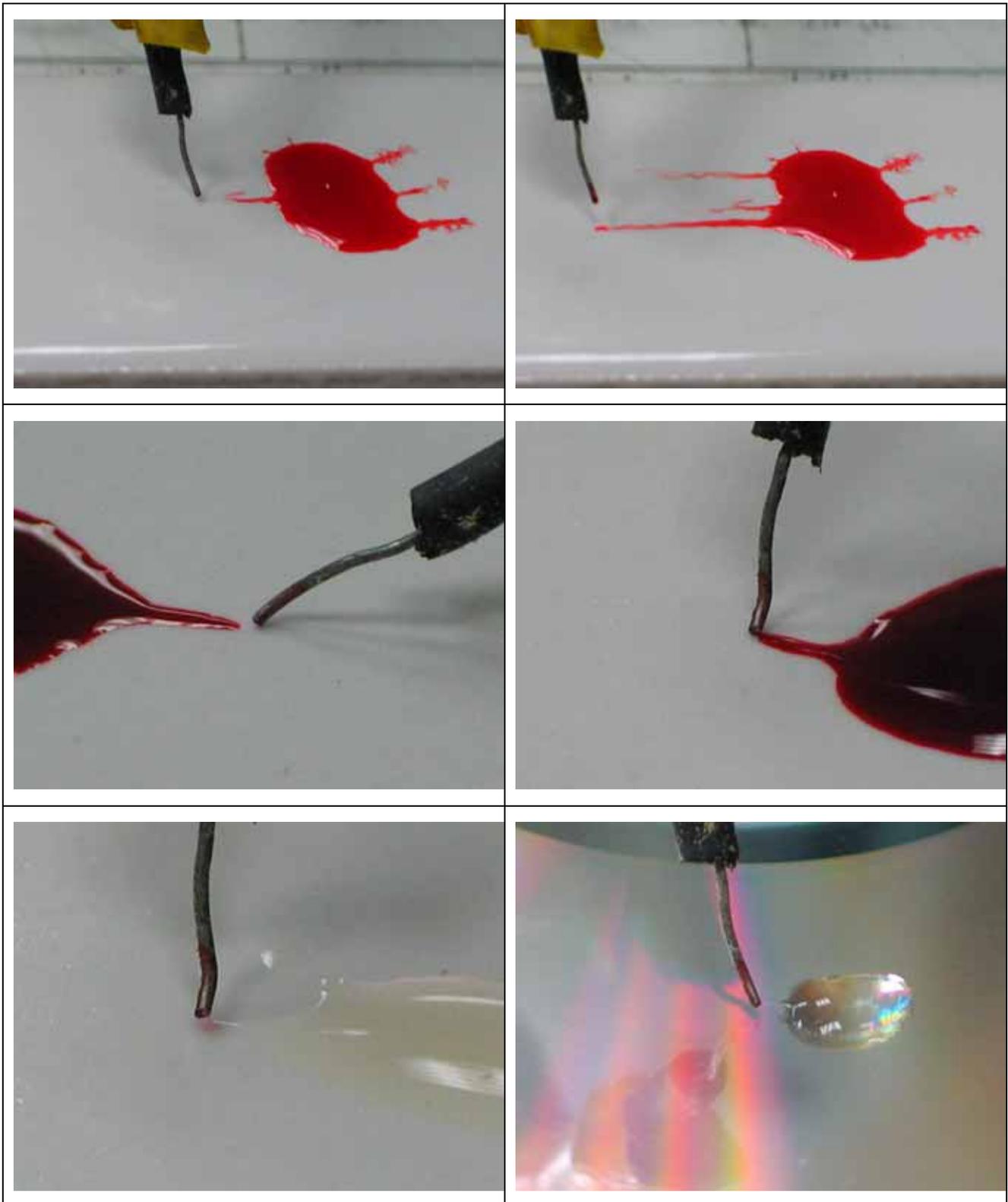


問題（七）放電的電流能導引液體嗎？

實驗（八）我們將紅墨水滴在平滑的光碟片或磁磚上，再從側方對紅墨水珠放電，觀察紅墨水水珠的變化情形。

結果：我們發現一個奇特的現象，就是當放電的瓦斯槍導線在距離紅墨水約 0.6CM 時，就可將紅墨水成細條狀的吸引過來，就如同再紅墨水上開導引的溝渠一樣，非常好看，若距離紅墨水珠越近，則吸引的速度越快；除了紅墨水之外其他的液體也一樣會被吸引。實驗情形如照片：





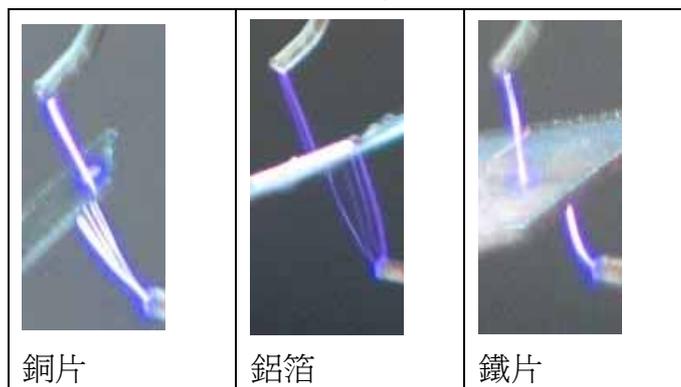
七、結論：

- 1、能被放電的電流穿透的物質有三類，第一類是導體，如：金屬、石墨等；第二類是物質中含有水分，如：各種樹葉；第三類是很薄或有縫隙的物質，如塑膠袋、單張影印紙或毛巾、飛機木等。
- 2、一般所謂的絕緣體，如塑膠、厚的紙張等，如果將電壓增強的話，一樣會被穿透，由此可見所謂絕緣體是有範圍的限制。

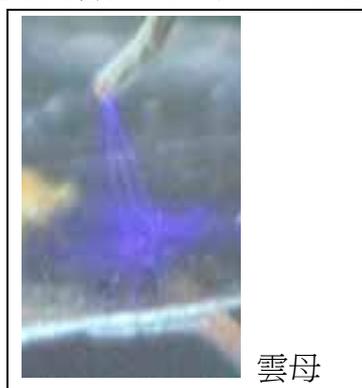
3、電流放電時會因穿透的物質不同，而呈現不同的顏色或不同數目的分岔電流，從實驗中我們發現：



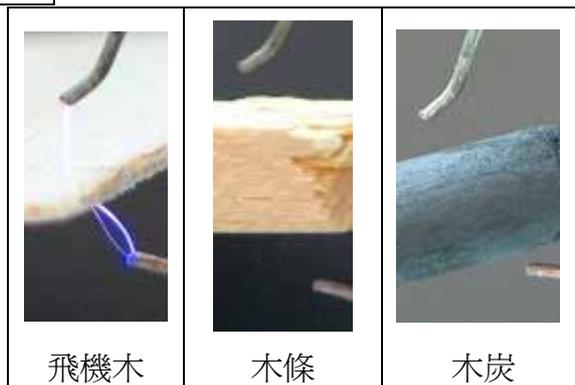
甲：穿透金屬時呈現的顏色是紫色或紫白色，但是通常電流再出發端是一條較粗的光電，但在接收端卻呈現多條較細的電光。



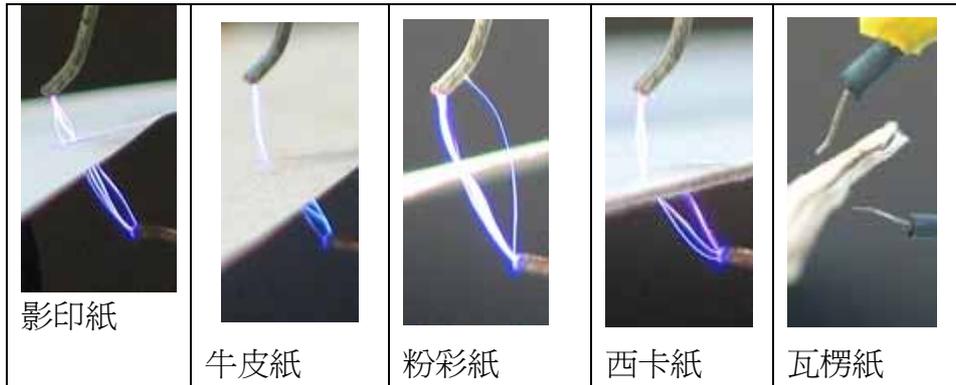
乙：穿透雲母的放電顏色是純紫色，且從電流的出發點就分岔成多條電光，在碰觸雲母時，紫色電光會擴散開來，再穿透回接收端。



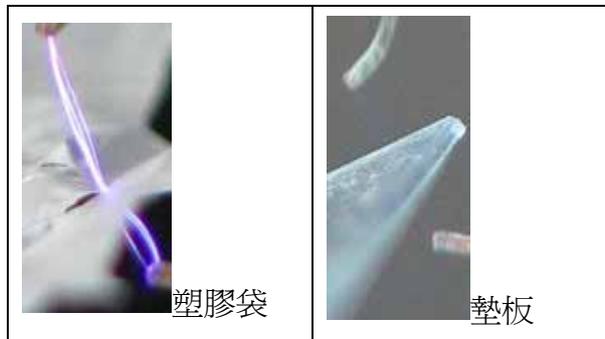
丙：穿透飛機木的電光，再出發端呈銀白色，穿透後呈現藍紫色分岔電光。



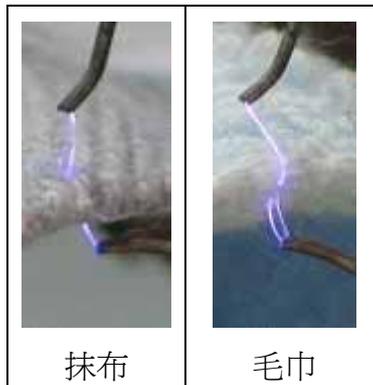
丁：穿透紙類的電光，從出發端到接收端幾乎都是多條分岔的電光，顏色出發端為銀白色，穿透後就變成藍色或紫色。



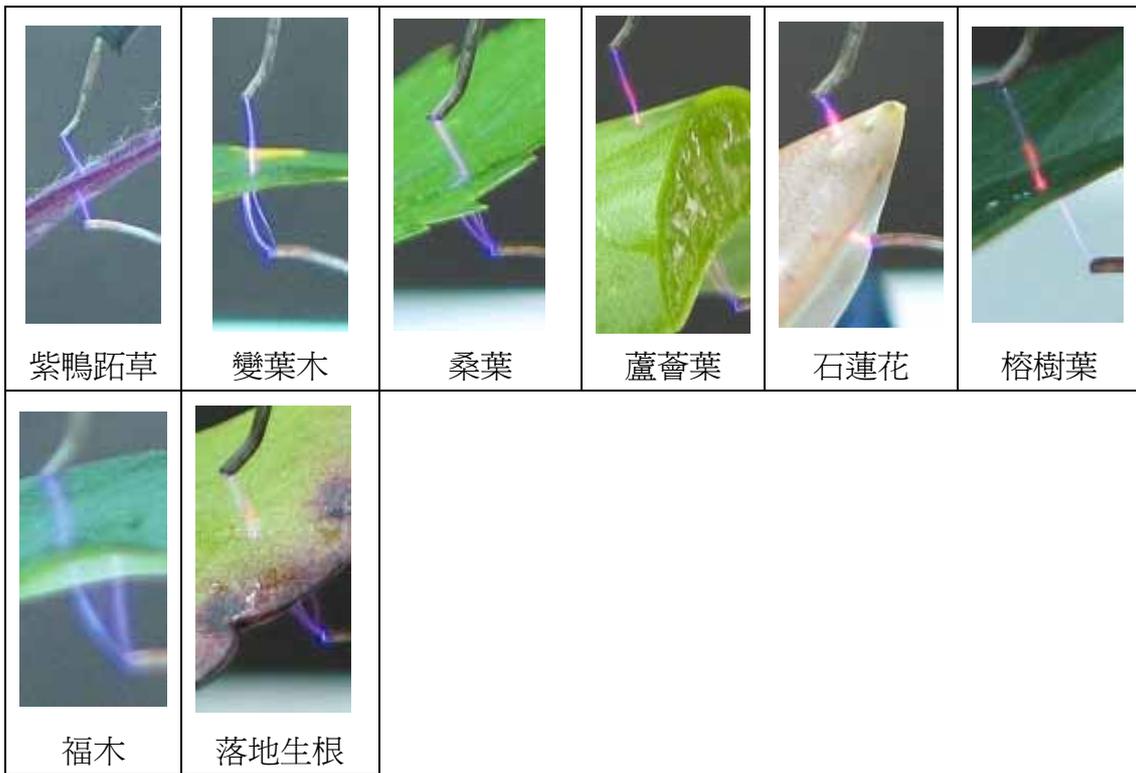
戊：穿透薄的塑膠袋時，出發端呈淡粉紅色，穿透後變成紫色，且塑膠袋會被電光熔化，可見放電是有熱度的。



己：穿透布類的電光，不管出發端或接收端都呈現細細的紫色電光。



庚：電流穿透樹葉類時，我們發現若葉片是較厚的肉質葉，當電流在碰觸葉片時，呈現火紅的顏色，和出發時的藍色有很大的差別，其中石蓮花、蘆薈、榕樹葉特別的紅，極為好看。而比較薄的葉片則是呈現細的紫色電光。



4、在水溶液的放電測試中，我們發現：

甲：屬於中性的味精、糖水、洗手乳、高麗菜汁、木棉花汁等，電流都呈現很細的紫色電光。

乙：屬於鹼性的小蘇打水再放電的出發端呈現橘紅色，在穿透後變成紫色。

丙：酸性的水溶液當電流穿透時，電光顏色都是淡紫色。

丁：食鹽水溶液是最奇特的，當放電致棉紙的兩側時，電光呈現漂亮的橘紅色，而接收端又變成粉紅色。

	小蘇打水		硼酸
	洗手乳		紫色高麗菜汁
	味精		醋酸

	木棉花汁		糖水
	茶水		食鹽水

5、在非導體上不同距離讓瓦斯點火槍放電，距離近時電流又直又細，但是當距離拉大到 0.4 到 0.6CM 時，電流便成較白較亮較粗，也容易分岔而且會發出響亮的噼叭聲，當距離再拉大到 0.8CM 時電流又變細些，且出現明顯的彎曲現象。在實驗的三種材質上放電，以光碟片上的電光彎曲得最厲害。

6、在電場的實驗中，我們發現在不同的粉末上放電時，其電場範圍和花樣都不一樣：

非導體粉末：①電場的花樣都非常接近圓形。

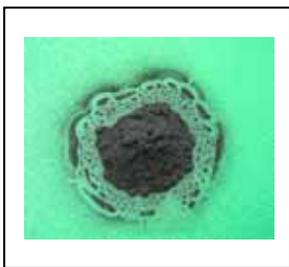
②中間的粉末幾乎都被振盪開來成中空狀。

導體粉末：●電場花樣有很多種，如花朵狀、橢圓形及不規則形狀。

①花樣中間都留有整塊的導體粉末，這和非導體的電場有極大的不同。

②花樣外圍部份因為放電電流的流竄，而形成不同紋路的花瓣狀電場。

③導體粉末呈現的電場範圍比非導體粉末作用的範圍大了許多。



7、放電的電流有震盪的現象，能清除石頭上的柔軟粉屑，甚至連用粉筆畫在砂紙上的痕跡，也能震盪清除乾淨，我們想到，這種特性是否可用在清潔貴重特殊的礦物或化石上。

8、實驗（七）中當放電的電流擊中水面上的漂浮物時，我們發現放電的電流會使漂浮物帶電而急速下沉。我們聯想到這種特性也許可以應用來清除水面上的漂浮雜物，使水更快速澄清。

9、在實驗（八）的實驗中，我們證明了電流確實能吸引液體，使液體朝放電導引的方向流動，在實驗中能清楚的看到紅墨水被電流成條狀的導引。這使我們聯想到這種導引液體的現象或許能運用在導引血管中流動不良的血液救人一命。

八、參考資料：

1、翰林版自然與生活科技五下課本

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 生活與應用科學科

第一名

080833

噼叭噼叭的精靈—小放電的探討

臺北縣新莊市丹鳳國民小學

評語：

作者經由課堂傳授的導電知識及自然界閃電及瓦斯放電的觀察，激發小放電的穿透效應及放電形態等現象的探索，並尋求小放電的利用方式。本作品歸納出二十餘項物質的小放電穿透現象及放電形態，並利用小放電於非導體表面粉屑清除及物體引導。作者透過科學方法，細心歸納整理實驗結果，並探究物理特性了解道理所在，充份顯現科學訓練的成熟度。