

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組物理科

080105

臺北縣中和市自強國民小學

指導老師姓名

陳素真

林旭珍

作者姓名

王璟萱

戚育璋

洪詩婷

邱沛霆

# 魔法神燈

## 壹、摘要：

本作品主要在探討“如何使不插電的燈發亮”。從元宵燈會中，螢光棒發亮的現象觀察起，先用自然課學到的方法—接通電路和常見的摩擦方式來實驗，再推想其他方法，使不插電的燈發亮，進而探討哪些燈不插電也會亮，哪些因素會影響不插電的燈的亮度，哪種摩擦物最快使不插電的燈發亮，最後試壞掉的燈管是否也會亮。一連串的問題終於一一解開：原來不插電的燈管，用接通電路、摩擦、接觸電視螢幕及用檯燈照射等方法都會亮；凡是含有螢光物質的燈，不插電都可以讓它們亮；摩擦物的材質、溼度、溫度及摩擦時的環境溫度、溼度和摩擦的速度，都會影響不插電的燈管的亮度；用氣球摩擦最快使燈管發亮；最後連閃爍和全不亮的燈管，摩擦都會亮。

## 貳、研究動機：

在這學期(四下)電路 **DIY** 的課程中，我們學到用電線連接電池和燈泡形成通路，燈泡會發亮，連家裡的電燈也要插電才會亮。但在元宵節的燈會裡，我們看到小朋友拿螢光棒玩，咦！怎麼不用裝電池就會亮呢？怎麼折一折、搖一搖就亮呢？我們感到很好奇，心想：如果電燈不插電，是否有其他方法讓它發亮？於是我們找老師一起討論，決定用電線連接電池和燈管來實驗，再用最常見的一摩擦產生靜電和熱能—的方式來試。

## 參、研究目的：

- 一、找出使不插電的燈管發亮的方法？
- 二、找出哪些種類的燈不插電也會亮？
- 三、找出哪些因素會影響不插電的燈管的亮度？
- 四、找出哪一種摩擦物最快使燈管發亮？
- 五、摩擦壞掉的燈管是否也會發亮？
- 六、設計一種不插電也會發亮的物品。

## 肆、研究設備及器材：

- 一、晝光色日光燈管、晝光色太陽燈管、紅色日光燈管、燈泡色太陽燈管、環型日光燈管、省電燈泡、白熾燈泡、紅色熾熱燈泡、黃色熾熱燈泡、綠色熾熱燈泡、藍色熾熱燈泡。
- 二、海綿、保麗龍、棉布、毛線、紗布、靜電除塵紙、毛巾、魔術抹布、氣泡布、報紙、衛生紙、鋁箔紙、塑膠袋、氣球、彈性繃帶、棉混工作手套、帆布、蠶絲布。
- 三、破掉的燈管、閃爍的燈管、完全不亮的燈管、塑膠管、鉛管、鋼管、木棒、乾電池、電線、吹風機、電視、馬表、檯燈、黑布、黑紙、紙箱、靜電過濾網、正負電測試器、棒狀溫度計、溼度計、塑膠手套、水族箱、厚紙板、保特瓶、螢光紙。

## 伍、研究過程：

研究問題一：哪些方法可以使不插電的燈管發亮？

### (一) 電線連接電池和燈管

#### 【實驗一 ~ (一)】

## 1、步驟：

### (1) 第一種電路接法：

甲、用電線連接一個電池到燈管兩端的的金屬；燈管兩端另外的金屬，也用电線連接（如右圖）。

5 分鐘後，觀察並紀錄。

乙、把電池依序增為 2 個、3 個…（如右圖）並觀察紀錄。



### (2) 第二種電路接法

甲、燈管兩端金屬各用一個電池和電線連接（如右圖）。5 分鐘後，觀察紀錄。

乙、把電池依序增為 2 個、3 個…（如右圖），並觀察紀錄。



## 2、結果：

方法	第一種電路接法							
電池數	1 個	2 個	3 個	4 個	5 個	6 個	7 個	8 個
亮								√
不亮	√	√	√	√	√	√	√	

方法	第二種電路接法			
左右電池數	1 個	2 個	3 個	4 個
電池總個數	2 個	4 個	6 個	8 個
亮				√
不亮	√	√	√	

## 3、討論：

(1) 第一種電路接法，接 1~7 個電池，燈管不亮，應該是電力不夠；接第 8 個電池時，電力夠了，燈管就亮了。

(2) 第二種電路接法，燈管兩端各接 1~3 個電池，燈管不亮，也是電力不夠；燈管兩端各接 4 個電池，電力夠了，燈管就亮了。

## 4、說明：

第一種電路接法是參考燈管構造圖（如右圖）。後來發現燈管內部兩端，各有一條獨立的燈絲通到外側的金屬，想不到改變電路接法，燈管也亮了。



## (二) 保麗龍摩擦燈管

### 【實驗一 ~ (二)】

#### 1、步驟：

##### (1) 直接摩擦：

拿保麗龍直接摩擦燈管約 30 秒  
(如右圖)，並觀察紀錄。



##### (2) 間接摩擦：

拿保麗龍分別摩擦塑膠管、鋼管、鉛管和木棒  
約 30 秒 (如右圖)，再將燈管分別靠近剛摩擦  
過的塑膠管、鋼管、鉛管、木棒，並觀察紀錄。



#### 2、結果：

方法 項目	直接摩擦	間接摩擦			
		靠近塑膠管	靠近鋼管	靠近鉛管	靠近木棒
亮	✓	✓			✓
不亮			✓	✓	

#### 3、討論：

- (1) 直接摩擦燈管和燈管靠近摩擦過的塑膠管、木棒，燈管都會亮，可能是它們較容易產生靜電和熱能的緣故。
- (2) 燈管靠近摩擦過的鋼管、鉛管，都不亮，可能是鋼管和鉛管是金屬材質，表面較光滑，傳熱快散熱也快，摩擦較不容易產生靜電和熱能。

#### 4、發現：

- (1) 輪流摩擦時，有位同學摩擦燈管較亮且較快亮，原來他的手心比較熱。
- (2) 在自然教室摩擦燈管時，覺得熱，就移到冷氣房，卻發現燈管沒那麼亮，且較慢亮，原來環境不同，實驗結果也會改變，所以又回到自然教室操作。

#### 5、說明：

由上面的實驗我們觀察到：摩擦產生的靜電和熱能，可使不插電的燈管發亮，所以我們想到電視螢幕也會產生靜電，檯燈開久會熱，是不是也會讓燈管發亮呢？因此，我們就試下面兩個方法。

## (三) 燈管接觸電視螢幕

### 【實驗一 ~ (三)】

#### 1、步驟：

- (1) 開電視半小時後關掉，燈管分別接觸螢幕的中間和角落 (如右上圖)，並觀察紀錄。
- (2) 換電視，開電視的剎那，燈管分別接觸螢幕的中間和角落，並觀察紀錄。



## 2、結果：

方法 項目	開電視半小時關掉		開電視的剎那	
	螢幕中間	螢幕角落	螢幕中間	螢幕角落
亮	√	√	√	√ (最亮)
不亮				

## 3、討論：

- (1) 不論開電視半小時後關掉，還是開電視的剎那，拿燈管接觸螢幕中間或角落，燈管都會亮，這可能是螢幕產生的靜電所造成的。
- (2) 螢幕角落產生的靜電可能較多，所以燈管較亮；開電視的剎那，螢幕角落產生的靜電可能最多，所以燈管最亮。

## 4、發現：

把靜電過濾網架在電視螢幕前，打開電視半小時後關掉，拿燈管接觸螢幕中間或角落，燈管都不亮。再操作一次，但在關電視的同時，也把靜電過濾網拿開，燈管立刻接觸螢幕，燈管不亮。由此可見，靜電過濾網真的可以過濾靜電，同時也可以證明：剛打開和剛關掉的電視螢幕能使燈管發亮，真的是靜電所引起的。

## (四) 檯燈照燈管

### 【實驗一 ~ (四)】

## 1、步驟：

- (1) 把燈管放進紙箱用檯燈照約半小時（如右下圖），觀察紀錄。
- (2) 和步驟（1）同，但觀察時要搖晃燈管。



## 2、結果：

方法 項目	不搖晃燈管	搖晃燈管
	亮	
不亮	√	

## 3、討論：

- (1) 檯燈照燈管產生熱能，和電池產生電能、摩擦產生靜電與熱能及電視螢幕產生靜電等，都能使燈管內的水銀蒸氣受到撞擊而發出紫外光，管壁內的螢光物質吸收紫外光，發出肉眼看得到的可見光，燈管就亮了。
- (2) 不搖晃燈管，燈管不亮，可能是燈管產生的熱能，不夠讓水銀蒸氣受到撞擊，所以燈管不亮。
- (3) 搖晃燈管，燈管會亮，可能是燈管產生的熱能，加上搖晃，讓水銀蒸氣受到足夠的撞擊，所以燈管會發亮。

#### 4、說明：

我們很好奇：燈管不插電會發亮，其他種類的燈是否不插電也會亮呢？我們就拿“研究問題一”的方法來試，因電池電力較弱，不易使燈亮，所以實驗一～（一）就不再試。

### 研究問題二：哪些種類的燈不插電也會亮？

#### （一）保麗龍摩擦各種燈

##### 【實驗二～（一）】

#### 1、步驟：

將研究設備器材一中的各種燈（如右圖），分別用大小和厚薄都相同的保麗龍摩擦約 30 秒，並觀察紀錄。



#### 2、結果：

種類 項目	晝光色日光燈管	晝光色太陽燈管	紅色日光燈管	燈泡色太陽燈管	環型燈管	省電燈泡	白熾燈泡	紅色熾熱燈泡	黃色熾熱燈泡	綠色熾熱燈泡	藍色熾熱燈泡
亮	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
不亮							✓	✓	✓	✓	✓

#### 3、討論：

- （1）晝光色和紅色及環型日光燈管、晝光色和燈泡色太陽燈管、省電燈泡等都屬螢光燈管，構造和發光原理（如右圖）相似，所以摩擦產生的靜電和熱能可使這些燈發亮。
- （2）白熾燈泡及紅、黃、綠、藍等色熾熱燈泡，它們發亮的部位是燈絲，當電流通過時，燈絲產生高熱而發光。用保麗龍摩擦產生的靜電和熱能不能通過燈絲，所以燈泡不亮。
- （3）省電燈泡摩擦後會亮，熾熱燈泡卻不亮，原因是兩者的構造和發光原理不同。省電燈泡的內部其實是小型的日光燈管，所以摩擦也會發亮。



#### 4、說明：

爲了解各種燈的構造，我們曾打電話到燈具製造廠去請教，得知燈泡內的填充物是氮氣，而燈泡的顏色是用一般噴漆從外面噴上的，並無添加螢光物質。

#### （二）：各種燈接觸電視螢幕

##### 【實驗二～（二）】

#### 1、步驟：

開電視的剎那，分別拿實驗二～（一）的各種燈接觸電視螢幕的角落（如右圖），並觀察紀錄。



## 2、結果：

種類 項目	晝光 色日 光燈 管	晝光 色太 陽燈 管	紅色 日光 燈管	燈泡 色太 陽燈 管	環型 燈管	省電 燈泡	白熾 燈泡	紅色 熾熱 燈泡	黃色 熾熱 燈泡	綠色 熾熱 燈泡	藍色 熾熱 燈泡
亮	√	√	√	√	√	√					
不亮							√	√	√	√	√

## 3、討論：

- (1) 晝光色和紅色及環型日光燈管、晝光色和燈泡色太陽燈管、省電燈泡等接觸打開的電視螢幕角落都會亮，這是螢幕產生的靜電，讓燈發亮的。
- (2) 白熾燈泡及紅、黃、綠、藍等色熾熱燈泡接觸螢幕角落，都不會亮，原因和實驗二~（一）的討論相同。

## (三)：用檯燈直接照各種燈

### 【實驗二 ~ (三)】

#### 1、步驟：

分別拿實驗二 ~ (一) 的各種燈，再用實驗一~ (四) 的步驟 (4) 來操作，並觀察紀錄。

#### 2、結果：

種類 項目	晝光 色日 光燈 管	晝光 色太 陽燈 管	紅色 日光 燈管	燈泡 色太 陽燈 管	環型 燈管	省電 燈泡	白熾 燈泡	紅色 熾熱 燈泡	黃色 熾熱 燈泡	綠色 熾熱 燈泡	藍色 熾熱 燈泡
亮	√	√	√	√	√	√					
不亮							√	√	√	√	√

#### 3、討論：

- (1) 晝光色和紅色及環型日光燈管、晝光色和燈泡色太陽燈管、省電燈泡等，照燈半小時後搖晃，都會亮，原理和實驗一~ (四) 的“討論”相同。
- (2) 省電燈泡照燈半小時後搖晃，不會亮，增加照射時間，就亮了，可能是省電燈泡除裡面的小型日光燈管外，又多一層玻璃的緣故。
- (3) 白熾燈泡和紅、黃、綠、藍色熾熱燈泡等，照燈半小時後都不會亮，原因和實驗二~ (一) 的討論相同。

#### 4、說明：

在〔實驗一~ (二)〕中發現摩擦燈管時，手的溫度和不同的環境溫度都會影響到燈管的亮度及發亮的快慢，我們想知道，到底有哪些因素會影響不插電的燈的亮度，所以就進行下面的實驗。

### 研究問題三：哪些因素會影響不插電的燈管的亮度？

#### (一) 不同的摩擦物摩擦燈管

##### 【實驗三 ~ (一)】

##### 1、步驟：

將研究設備器材二的各摩擦物(如上圖)，分別摩擦燈管 30 秒，並觀察紀錄。



##### 2、結果：

材料	棉混 工作 手套	毛 線	氣 球	紗 布	彈 性 繃 帶	海 綿	靜 電 除 塵 紙	毛 巾	棉 布	魔 術 抹 布	保 麗 龍	鋁 箔 紙	報 紙	衛 生 紙	塑 膠 袋	氣 泡 布	帆 布	蠶 絲 布
發亮 情形	次 亮	次 亮	很 亮	微 亮	次 亮	次 亮	很 亮	次 亮	次 亮	很 亮	很 亮	次 亮	次 亮	很 亮	次 亮	次 亮	次 亮	次 亮

##### 3、討論：

- (1) 用氣球、靜電除塵紙、魔術抹布、保麗龍和衛生紙等摩擦燈管，所產生的靜電和熱能比較多，所以燈管都很亮。
- (2) 用毛線、彈性繃帶、海綿、毛巾、棉布、鋁箔紙、報紙、塑膠袋、氣泡布、帆布、蠶絲布等摩擦燈管，產生靜電和熱能比較少，所以燈管次亮。
- (3) 用紗布摩擦燈管，所產生的靜電和熱能更少，所以燈管微亮。

#### (二) 不同溼度的摩擦物摩擦燈管

##### 【實驗三 ~ (二)】

##### 1、步驟：

拿大小厚薄都相同的乾、濕保麗龍各一塊(如右圖)，摩擦燈管 30 秒，並觀察紀錄。



##### 2、結果：

摩擦物溼度	乾摩擦物	濕摩擦物
發亮情形	較亮，且較快亮	不亮

##### 3、討論：

- (1) 乾保麗龍摩擦燈管，產生的靜電和熱能較多，所以燈管很亮，且很快亮。
- (2) 濕保麗龍摩擦燈管，產生的靜電和熱能不足，所以燈管不會亮。

#### (三) 不同溫度的摩擦物摩擦燈管

##### 【實驗三 ~ (三)】

##### 1、步驟：





- (1) 準備三塊大小、厚薄都相同的保麗龍。
- (2) 一塊放進冰箱冰一天（如上圖），一塊放桌上中，另一塊用吹風機吹約 2 分鐘（如右圖）分別摩擦燈管 30 秒，並觀察紀錄。



## 2、結果：

摩擦物溫度	放冰箱（低溫）	放桌上（室溫）	用吹風機吹（高溫）
發亮情形	燈管較暗較慢亮	燈管較亮較快亮	燈管最亮最快亮

## 3、討論：

- (1) 吹熱的保麗龍溫度較高，摩擦燈管，較容易產生靜電和熱能，且量較多，所以燈管最亮，也最快亮。
- (2) 室溫中的保麗龍摩擦燈管，產生的靜電和熱能也不少，所以燈管較亮，且較快亮。
- (3) 冰過的保麗龍溫度較低，摩擦燈管產生的靜電和熱能較少，所以燈管較暗，也較慢亮。

## （四）不同溼度的環境中摩擦燈管

### 【實驗三 ~（四）】

#### 1、步驟：

- (1) 選擇一個晴天和雨天，將溼度計放在實驗室測量溼度，並紀錄。
- (2) 在晴天和雨天分別摩擦燈管，並觀察紀錄。

#### 2、結果：

環境溼度	晴天（溼度 74 %）	雨天（溼度 83 %）
發亮情形	燈管較亮，且較快亮	燈管較不亮，且較慢亮

#### 3、討論：

- (1) 晴天溼度小，摩擦燈管較容易產生靜電，所以燈管較亮，且較快亮。
- (2) 雨天溼度大，摩擦燈管較不易產生靜電，所以燈管較不亮，且較慢亮。

## （五）不同溫度的環境中摩擦燈管

### 【實驗三 ~（五）】

#### 1、步驟：

冷氣房（如右圖）和室溫先測出溫度，分別在冷氣房和室溫中用保麗龍摩擦燈管 30 秒，並觀察紀錄。



#### 2、結果：

環境溫度	室溫（24℃）	冷氣房（19℃）
發亮情形	燈管較亮且較快亮	燈管較暗且較慢亮

### 3、討論：

- (1) 室溫溫度高，摩擦燈管產生靜電和熱能較多，所以燈管較亮且較快亮。
- (2) 冷氣房溫度低，摩擦燈管產生靜電和熱能較少，所以燈管較暗且較慢亮。

## (六) 不同速度摩擦燈管

### 【實驗三 ~ (六)】

#### 1、步驟：

- (1) 保麗龍以每秒約 3 下的快速度摩擦燈管，並觀察紀錄。
- (2) 拿另一塊大小厚薄都相同的保麗龍，以每秒約 1 下的慢速度摩擦燈管，並觀察紀錄。

#### 2、結果：

速度	快速度	慢速度
發亮情形	燈管較亮且較快亮	燈管較暗且較慢亮

#### 3、討論：

- (1) 快速度摩擦，較快產生靜電和熱能，產生的靜電和熱能也較多，所以燈管較亮，且也較快亮。
- (2) 慢速度摩擦，較慢產生靜電和熱能，產生的靜電和熱能也較少，所以燈管較暗，且較慢亮。

## 研究問題四：哪一種摩擦物最快使燈管發亮？

### 【實驗四】

#### (一) 步驟：

- 1、拿一個氣球放在燈管旁預備，操作者和計時者同時數到 3，就開始摩擦和計時。燈管一亮，馬表按停，並計時。
- 2、將氣球換成靜電除塵紙、魔術抹布、衛生紙、保麗龍等（如右下圖），分別用步驟 1 操作，並紀錄。
- 3、步驟 1~2 重複操作 2 次，並紀錄。



#### (二) 結果：

摩擦物 時間 (秒)	氣球	靜電 除塵紙	魔術 抹布	衛生紙	保麗龍
一	2 秒 93	3 秒 12	5 秒 47	3 秒 56	3 秒 18
二	1 秒 91	2 秒 53	5 秒 81	3 秒 85	2 秒 03
三	1 秒 98	2 秒 88	4 秒 34	3 秒 37	2 秒 13
平均	2 秒 27	2 秒 84	5 秒 20	3 秒 59	2 秒 44
名次	1	3	5	4	2

### (三) 討論：

剛吹好的氣球，頭一靠近，頭髮就被吸住，所以用氣球摩擦燈管，會很快產生靜電和熱能，燈管也很快亮。

### (四) 說明

在實驗三~(一)發現不同摩擦物使燈管亮的快慢也不同，且氣球、保麗龍、靜電除塵紙、衛生紙、魔術抹布讓燈管較亮，所以選這五種摩擦物來進行本實驗。

## 研究問題五：摩擦壞掉的燈管會亮嗎？

### 【實驗五】

#### (一) 步驟：

- 1、破燈管，破的那端包好，用保麗龍摩擦，並觀察紀錄。
- 2、閃爍的燈管，摩擦黑的一端、中間、不黑的一端，並觀察紀錄。(如右上圖)
- 3、完全不亮的燈管(如右圖)，方法和步驟2相同。



#### (二) 結果：

現象 項目	破 燈管	閃爍的燈管			完全不亮的燈管	
		黑的一端	中間	不黑的一端	兩端	中間
亮		√	√	√	√	√
不亮	√					

#### (三) 討論：

- 1、破掉的燈管，燈管內的水銀蒸氣和螢光物質大多溢散或減少，摩擦產生的靜電和熱能，就不能使燈管發亮。
- 2、會閃爍和完全不亮的燈管，雖不能再使用，但管內的水銀蒸氣和螢光物質沒有減少，所以不管摩擦哪一部份，燈管都會亮。

## 研究問題六：製作不插電也會亮的物品

### (一) 方法：

- 1、利用大小保特瓶各一個及螢光紙，製作成螢光手電筒(如右圖)。
- 2、拿空紙箱裡面貼滿黑紙，製成小暗室。



### (二) 操作：

- 1、把螢光手電筒放入小暗室中，暗室中的小縫隙用黑紙遮住，觀看時，將黑紙移開，結果什麼都看不到。
- 2、把螢光手電筒拿到外面約 30 秒，再放回去，然後從小縫隙往內看，就可以看到不插電也會亮的手電筒。

### (三) 討論：

在小暗室看不到螢光手電筒，把它拿到外面再放回去，就看到了，這是螢光紙上的螢光物質吸收外面的紫外光，就發出可見光，這和日光燈管發光的原理有些相似。

## 陸、結論：

### 一、使不插電的燈管發亮的方法：

- (一) 電線連接電池和燈管，只要形成通路，電力夠，燈管不插電也會亮。
- (二) 摩擦物直接摩擦燈管及摩擦塑膠管和木棒，所產生的靜電和熱能，可使不插電的燈管發亮。
- (三) 打開電視再關掉和打開電視的剎那，螢幕產生的靜電，能使不插電的燈管發亮。打開電視的剎那，螢幕的角落靜電最強，所以燈管最亮。
- (四) 檯燈照燈管，燈管會熱，當熱能夠了，搖晃燈管就會亮。

二、晝光色和紅色及環型日光燈管、晝光色和燈泡色太陽燈管、省電燈泡等都屬於螢光燈管，所以用摩擦、接觸打開電視剎那的螢幕及用檯燈照射等方法，都可使它們不插電也會發亮。

三、影響不插電的燈管亮度的因素有：摩擦物的材質、摩擦物的濕度和溫度、摩擦時的環境溫度和溼度及摩擦的速度等。

- (一) 不同的摩擦物摩擦燈管時，都可使不插電的燈管發亮，但因材質不同，摩擦所產生的靜電量和熱能也不同，燈管發亮程度就不同。
- (二) 乾的摩擦物、摩擦物的溫度高、摩擦時的環境溫度高和溼度小以及摩擦的速度快等，在摩擦燈管時所產生的靜電和熱能較多，所以燈管較亮，且較快亮。
- (三) 摩擦物的溫度低、摩擦時的環境溫度低和溼度大以及摩擦的速度慢等，在摩擦燈管時，所產生的靜電和熱能較少，所以燈管較不亮，且較慢亮。
- (四) 濕的摩擦物摩擦燈管，產生的靜電和熱能不夠，所以燈管不亮。

四、氣球摩擦燈管產生的靜電和熱能較多，也較快產生，所以是最快使燈管發亮的摩擦物。

五、閃爍和完全不亮的燈管，管內的水銀蒸氣及螢光物質未溢散、減少，所以摩擦後燈管還是會亮。破掉的燈管，因為管內的水銀蒸氣及螢光物質已溢散、減少，所以摩擦後燈管不亮。

## 柒、參考資料：

- (一) 黃曉君撰文 民國 2003 年 12 月發行 靜電神燈  
小牛頓兒童科學園地第 238 期 第 82 頁~第 88 頁
- (二) 牛頓出版公司 牛頓科學研習百科—物理 初版 台北市  
牛頓出版公司出版 第 51 頁 民國 82 年 9 月 1 日初版
- 〈三〉林春輝發行 新編光復科學圖鑑(20)—電氣 再版七刷 台北市  
光復書局出版 第 12、13 頁及第 78、79 頁 西元 2002 年 9 月再版

## 評語

080105 國小組物理科

魔法神燈

1. 用心收集實驗材料。
2. 內容步驟深入嚴謹。
3. 未有較新的發現或發明創新。