

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

生活與應用科學科

科別：生活與應用科學

組別：國小組

作品名稱：忽大忽小『自然風』 電阻是改變轉速的魔
術師

關鍵詞：電阻與轉速

編號：080821

學校名稱：

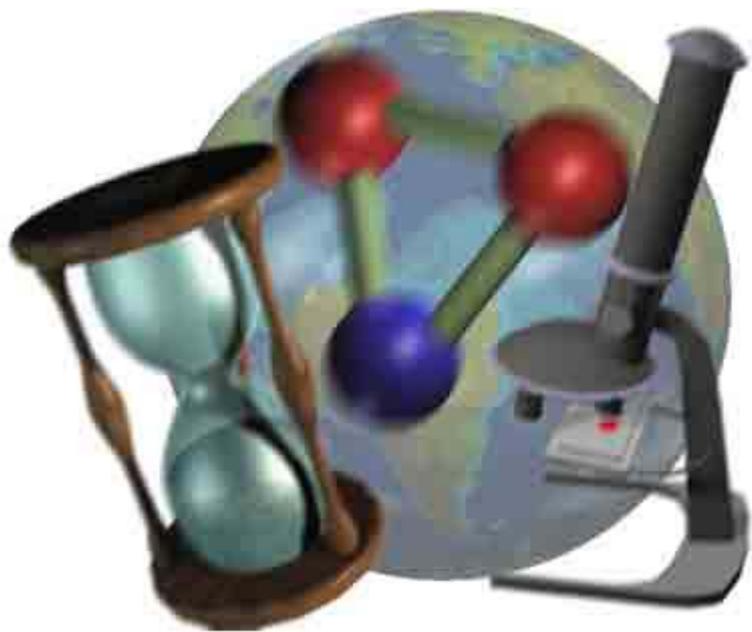
台南縣西港鄉西港國民小學

作者姓名：

郭立偉、卓怡岑、黃鈴喬、徐嘉信

指導老師：

陳清南、沈世欽



壹、研究動機

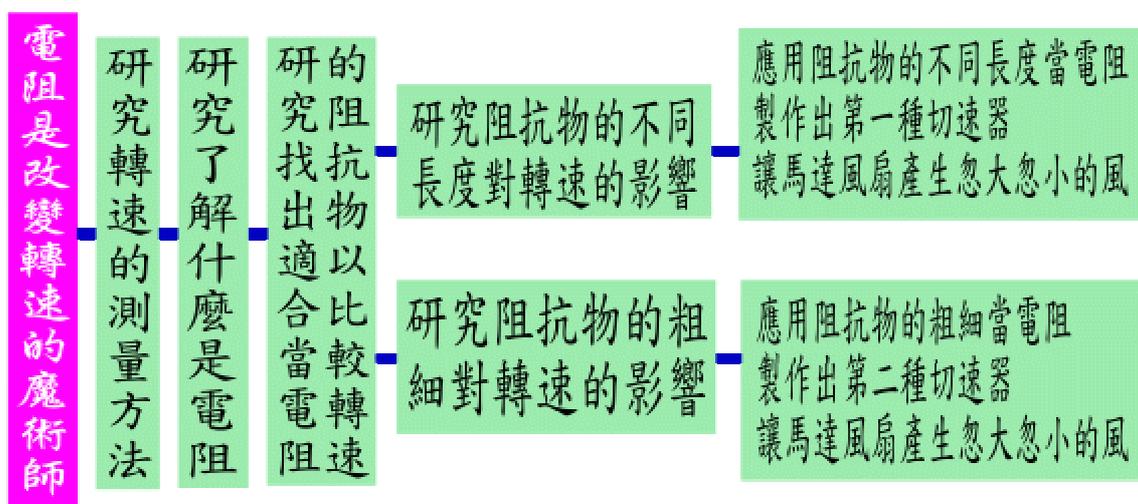
五年級上學期的時候，自然課曾上到「電磁鐵與電動機」這一個單元，當時，我們學到了可以用串聯電池、增加永久磁鐵的強度，以及加繞線圈的方法，來改變電動機的轉速。我覺得實在有趣極了，於是不管下課時或是回家後，我都會大玩特玩一番。

就在無意間，我發現了另外一個可以改變電動機轉速的方法：就是在電路中接上不同的導線，發現有時這個電動機的轉速，也跟著不同耶！為什麼會這樣呢？是否可以利用這個特性，讓電動機有不同的轉速變化呢？

貳、研究目的

- 一、研究轉速的測量方法。
- 二、研究了解什麼是電阻。
- 三、研究找出適合當電阻的阻抗物以比較轉速。
- 四、研究阻抗物的不同長度對轉速的影響。
- 五、研究阻抗物的不同截面積(粗細)對轉速的影響。
- 六、應用實驗結果，製作出「切速器」，使馬達風扇有不同的轉速，而產生忽大忽小的風。

參、研究架構



肆、研究器材

本研究所需的器材，我們分成材料類、工具類、及測試儀器類等，依靠這些器材來完成本次的科展。

一、材料類：



- (一) 電動機實驗模組一座（如右圖）
- (二) 阻抗物一：易開罐鋁片、鐵釘、磁鐵、鋼釘、保險絲、一元銅幣、十元硬幣、鉛筆、木炭、玻璃、光碟片、水。
- (三) 阻抗物二：不同長度的利百代 HB 鉛筆四枝。
- (四) 阻抗物三：不同粗細的 H 筆心四種。

(五) 做切速器用：木箱、螺絲釘、螺絲起子頭、細電線、鉛筆、自動鉛筆心、小馬達及葉扇、電池座及 3 號電池、透明護套。

二、工具類：熱熔槍、熱熔膠、美工刀、螺絲起子、打火機、皮尺、延長線、計時器。

三、測試儀器類：

(一) 電源供應器（代替電池用，如圖 1）

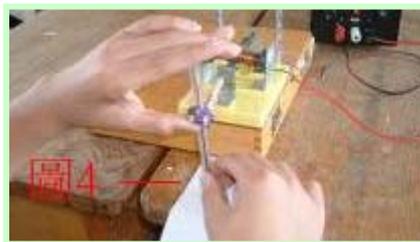
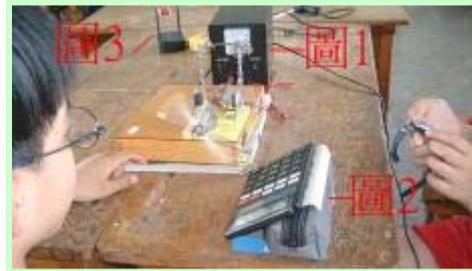
(二) 測轉速用：

1、電子計算機及其固定紙盒（如圖 2）

2、棉線、線軸及其支撐座（如圖 3）

3、原子筆及長紙條（如圖 4）

(三) 三用電錶（測量電阻值用，如圖 5）



伍、研究過程

研究目的一：研究轉速的測量方法。

一、研究方法：

「要研究轉速，一定先要有測速的器具或方法才行」。在借不到測速器的情形下，我們集思廣益的想出了 --- 利用「**原子筆劃線**」、「**電子計算機**」以及「**捲棉線**」的三種方法，可以用來進行轉速的測量工作。茲將三種測速法介紹如下：

(一)、利用【**原子筆劃線**】的測速法（我們自己想出來的）：

我們先將原子筆綁好在電動機的轉軸前端（如圖 6），並在電動機座的下方置放一張長紙條，並調整好原子筆與紙條的接觸點，使電動機轉動後而能畫到該張紙條（如圖 7）。當開始計時以後，只要順手移動拉好該紙條（如圖 8），待時間一到，即可從紙條上面，點算出原子筆總共畫了幾次（如圖 9），如此就可測出電動機的轉速了。



圖 6：綁好原子筆

圖 7：調整筆及紙條

圖 8：手拉紙，筆劃線

圖 9：點算筆劃次數

(二)、利用【電子計算機】的測速法 (老師提供的, 但是經由我們改良的。):

我們先在電子計算機的「=」鍵上, 黏貼一元硬幣 (如圖 10) 再黏上彈簧及插夾十元硬幣 (如圖 11), 以增加接觸面積及靈敏度。在每次要測速前, 先按「1」、「+」兩鍵, 再讓上述方法 (一) 中的原子筆在轉動時, 能碰到計算機上的「=」鍵 (十元硬幣, 如圖 12), 這樣子, 電子計算機就會有連續計數的功能, 待時間一到, 該電子計算機上面, 即可顯現出被觸碰的次數 (如圖 13), 如此就可測知電動機的轉速了。

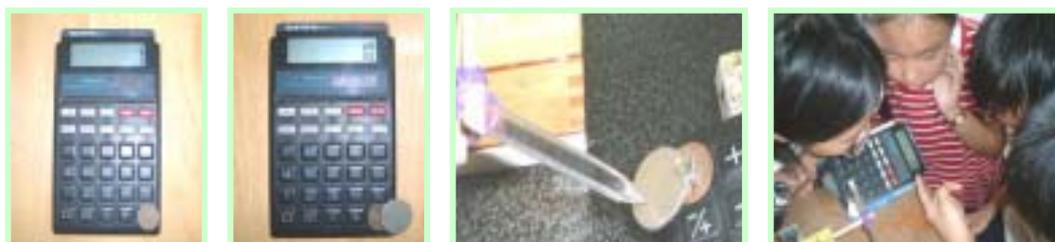


圖 10: 「=」鍵黏一元 圖 11: 布置十元 圖 12: 原子筆碰「=」鍵 圖 13: 計算機顯示次數

(三) 利用【捲棉線】的測速法 (老師的科展研習團隊提供的妙點子, 但是經由我們設計實驗的。):

我們先在電動機的轉軸上綁好棉線 (如圖 14), 再讓上述方法 (一) 中的原子筆轉動, 此時電動機的轉軸會因旋轉而捲線 (如圖 15), 待時間一到, 即可一邊回收棉線, 一邊數原子筆所回繞的圈數 (如圖 16), 或是用皮尺量出其所捲的棉線總長度 (如圖 17), 長的表示轉速快, 短的表示轉速慢, 這樣也可以測出電動機的轉速。



圖 14: 轉軸上綁棉線 圖 15: 轉軸捲線中 圖 16: 邊收線邊算筆轉數 圖 17: 量棉線捲長

二、研究結果:

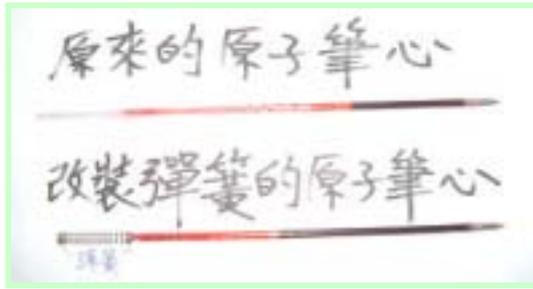
- (一)、根據【原子筆劃線】的方法來測速, 我們發現它有摩擦力的困擾, 本來大家想放棄此方法, 幸好經由老師的鼓勵, 才得以解決了摩擦力的問題 (詳如問題 1 與討論), 而每次都能順利的測出轉速了。
- (二)、根據【電子計算機】的方法來測速, 我們發現它不僅也有如同上述的摩擦力困擾外, 更有靈敏度的大問題。至於摩擦力的問題, 隨著上述問題的解決而解決了, 然而靈敏度的這個問題, 當然我們也發揮了研究精神, 把它給克服了 (詳如問題 2 與討論), 而每次也都能順利的測出轉速了。
- (三)、根據【捲棉線】的方法來測速, 我們發現它並沒有摩擦力或靈敏度的問題, 所以每次都能很順利的測出轉速。

三、問題與討論:

問題 1: 使用「原子筆劃線」的測速方法中, 常因原子筆筆心接觸桌面, 產生很大的摩擦力而停止不動; 如果調整減少其摩擦力, 則原子筆心劃線又太輕, 而不好算

出其劃次，怎麼辦呢？

討論：我們模仿自動原子筆的構造，切掉實驗用的這枝原子筆蕊的尾端，改裝附彈簧(如下圖)，使其筆尖在接觸長紙條後，能伸縮且劃出線來，如此問題就解決了。



問題 2：使用「電子計算機」的測速方法，應該是最直接、快速的方法，但是常會因為被觸碰的速度過快，而失誤少算很多次，造成靈敏度不佳，這要如何改進才好？

討論：本來我們只在電子計算機的「=」鍵上黏貼一元硬幣，以增加原子筆拍打到的接觸面積而已，但其靈敏度時好時壞並不穩定，真令我們懊惱不已。後來，我們在一元硬幣上加黏一彈簧，再插夾十元硬幣在彈簧中(如右圖)，結果發現效果奇佳，幾乎百發百中，如此改良之後，原子筆拍打幾下，電子計算機上，馬上就顯現幾下的次數，如此，電子計算機的靈敏度就好多了。



研究目的二：電阻是什麼？

一、研究方法：

轉速的測量方法解決了，接下來，老師卻告訴我們一個莫名其妙的名詞---「電阻」，而要我們先去查查它的資料。老師說當我們了解什麼是「電阻」了以後，才可以開始進行測速工作，於是我們便去查尋有關「電阻」的資料。

二、研究結果：

根據「中華兒童百科全書」，我們查到有關「電阻」的資料摘錄如下：

- (一)、任何東西都有電阻，而會阻止電流的流動。
- (二)、如果東西的種類不同或是形狀不同(長度和粗細)，那它的電阻大小也不同。
- (三)、有的物質容易讓電流通過，就說它的電阻小，導電力強，是「良導體」，像銀、銅等；反之，有的物質不易讓電流通過，就說它的電阻大，導電能力不好，是「不良導體」，例如陶瓷、竹、塑膠等都是。

原來我們所準備要充當導線的東西，具有電阻的功用，可以用來改變轉速，好棒啊！接下來我們就要用一些「阻抗物」來當電阻，測其轉速了。

三、問題與討論：

問題 3：「電阻」除了可以用來操控轉速以外，還有哪些功用呢？

討論：從網路查知，「電阻」還可以用來調節電器、電子產品內電路電流或電壓大小之被動元件(例如用來操控電視、收音機的音量調節等)，電子工業上之應用廣泛，舉

凡資訊、通訊及消費性電子等產品皆須使用電阻器，是所有電子電器產品生產之必備元件。

研究目的三：研究找出適合當電阻的阻抗物以比較轉速。

一、研究方法：

我們找了 12 樣不同的東西來當電阻（如下圖），把它們分成金屬、非金屬兩大類，並一一分別接在電路上，而依序去測量它們的轉速，準備從中找出適合的阻抗物，以使用它來當下一步轉速研究的電阻。



(一)、形成假設：我們認為「金屬類的東西，都會讓電動機轉動；而非金屬類的東西，並不會讓電動機轉動。」

(二)、控制實驗變因：

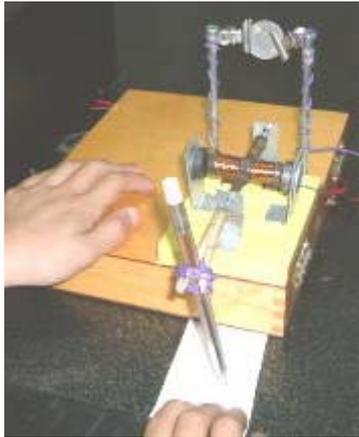
- 1、操縱變因：不同種類的阻抗物（如上圖示）。
- 2、不變變因：相同的電壓（5 伏特） 測量的時間（5 秒） 電動機構造及擺放位置、測量轉速的方法（原子筆劃線、電子計算機、捲棉線）。
- 3、應變變因：不同種類的東西當電阻時，電動機的轉速會不一樣。

(三)、進行實驗：

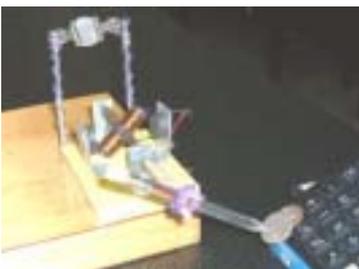
實驗 1：使用「三用電表」，測量不同種類阻抗物的電阻值，結果如下表。

阻抗物	電阻值(歐姆)	阻抗物	電阻值(歐姆)	備註
易開罐鋁片	0.3	十元硬幣	0.2	下圖是正在測十元電阻值的情形 
鐵釘	0.3	鉛筆	27	
磁鐵	0	木炭	0	
鋼釘	0.5	玻璃	0	
保險絲	0.4	光碟片	0	
一元銅幣	0.4	水	6 百萬	

實驗 2-1: 利用【**原子筆劃線**】的測速法，測量不同種類的阻抗物與電動機轉速的關係，結果如下表。

筆劃 阻 抗 物	次別				轉速 排 序	備註
	一	二	三	平均		
易開罐鋁片	32	35	35	34	1	下圖是正利用【 原子筆劃線 】的方法，在測量十元硬幣當電阻時的轉速情形。 
鐵釘	28	32	35	31	2	
磁鐵	0	0	0	0		
鋼釘	34	32	35	33	3	
保險絲	28	30	30	29	5	
一元銅幣	28	32	27	29	5	
十元硬幣	30	33	29	30	4	
鉛筆	13	14	16	14	7	
木炭	0	0	0	0		
玻璃	0	0	0	0		
光碟片	0	0	0	0		
水	0	0	0	0		

實驗 2-2: 利用【**電子計算機**】的測速法，測量不同種類的阻抗物與電動機轉速的關係，結果如下表。

顯 現 阻 抗 物	次別				轉速 排 序	備註
	一	二	三	平均		
易開罐鋁片	35	30	25	30	2	下圖是正利用【 電子計算機 】的方法，在測量十元硬幣當電阻時的轉速情形。 
鐵釘	23	31	26	26	6	
磁鐵	0	0	0	0		
鋼釘	30	31	30	30	2	
保險絲	31	28	30	29	5	
一元銅幣	30	31	31	31	1	
十元硬幣	29	30	30	30	2	
鉛筆	13	15	13	13	7	
木炭	0	0	0	0		
玻璃	0	0	0	0		
光碟片	0	0	0	0		
水	0	0	0	0		

討論：我們本來是用雙手拿著電線，去觸壓阻抗物來接通電路的（如下圖 18），後來發現很不方便，也常造成短路。於是我們利用了長鐵釘及小鐵夾子，製作出一架「夾器」來夾這些阻抗物（如下圖 19），如此就方便多了。



圖 18：用手觸壓阻抗物（磁鐵）不放在測速，真是麻煩。



圖 19：改用「夾器」來夾阻抗物（十元）測速，真是方便多了。

問題 5：我們發現，使用金屬類的東西來當電阻時，它們本身不會發燙，而電動機的電樞卻會發燙，這是為什麼呢？

討論：因為金屬類的東西的電阻比較小，電流容易通過它們，而集中到達電動機的電樞部位使之轉動，當電樞無法負荷電流量時，就會發燙，甚至燒壞了。

問題 6：磁鐵是金屬製品，為何以它作電阻時，不會使電動機轉動呢？

討論：我們透過網際網路搜尋得知，這次實驗用的磁鐵是一種「橡膠磁鐵」，它是由氧化磁鐵和橡膠混合而成的原料。膠磁富柔軟性，適合製成較複雜形狀，如圓形、平板形、條狀、管狀射出成型及特別形狀等。又因氧化磁鐵具有「電阻力大，近乎絕緣」的特性，所以造成電流無法流通，電動機因此無法轉動。

研究目的四：研究阻抗物的不同長度對轉速的影響。

一、研究方法：

我們根據「研究目的三」的結果，削了 4 枝同廠牌同粗細，但不同長度的鉛筆來當電阻（如右圖），把它們一一分別接在電路上，而依序去測量比較它們的轉速。



（一）形成假設：我們認為「同種類同粗細的鉛筆中，長度越短的，電阻越小，轉速越快；長度越長的，電阻越大，轉速越慢。」

（二）控制實驗變因：

- 1、操縱變因：不同長度的鉛筆（如上圖，分別為 3cm、6cm、9cm、12cm）。
- 2、不變變因：相同的電壓（5 伏特） 測量的時間（5 秒） 鉛筆的廠牌及粗細、電動機的構造及擺放位置、測量轉速的方法（原子筆劃線、電子計算機、捲棉線）。
- 3、應變變因：不同長度的鉛筆當電阻時，電動機的轉速會不一樣。

（三）進行實驗：

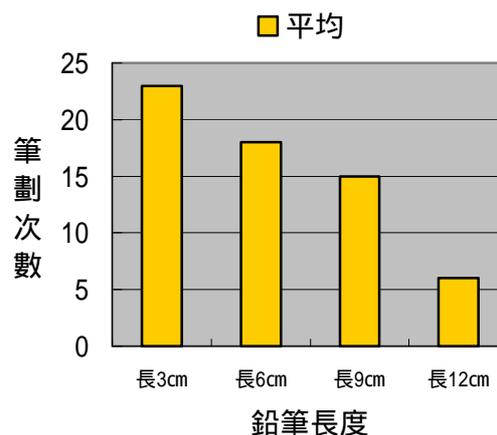
實驗 3：使用「三用電表」，測量不同長度鉛筆的電阻值，結果如下表。

阻抗物	電阻值（歐姆）	備註
長 3 cm 的利百代 HB 鉛筆	5.5	下圖是正在測鉛筆電阻值的情形
長 6 cm 的利百代 HB 鉛筆	11.6	

長 9 cm的利百代 HB 鉛筆	13	
長 12 cm的利百代 HB 鉛筆	27	

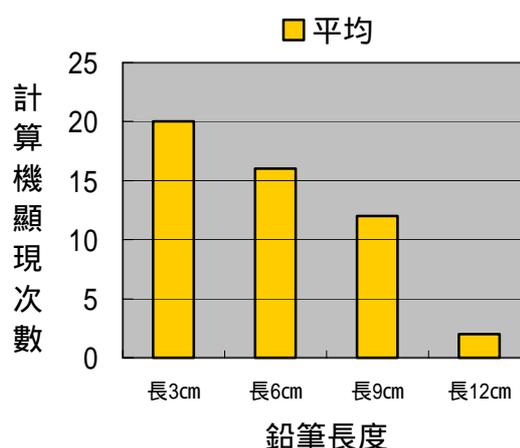
實驗 4-1：利用【**原子筆劃線**】的方法，測量不同長度的鉛筆與電動機轉速的關係，結果如下表及關係圖。

筆劃 阻抗物	次別			平均	轉速 排序	備註
	一	二	三			
長 3 cm的利百代 HB 鉛筆	24	23	22	23	1	下圖是利用「原子筆劃線」的方法在測量鉛筆當電阻時的轉速情形。 
長 6 cm的利百代 HB 鉛筆	18	17	17	18	2	
長 9 cm的利百代 HB 鉛筆	13	17	16	15	3	
長 12 cm的利百代 HB 鉛筆	5	6	5	6	4	



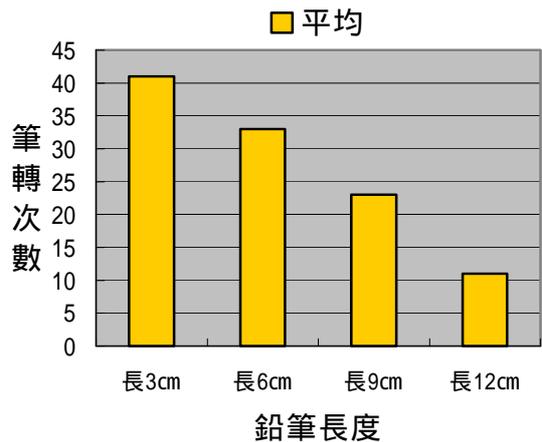
實驗 4-2：利用【**電子計算機**】的方法，測量不同長度的鉛筆與電動機轉速的關係，結果如下表及關係圖。

顯現 阻抗物	次別			平均	轉速 排序	備註
	一	二	三			
長 3 cm的利百代 HB 鉛筆	19	21	19	20	1	下圖是利用「電子計算機」的方法在測量鉛筆當電阻時的轉速情形。 
長 6 cm的利百代 HB 鉛筆	15	16	16	16	2	
長 9 cm的利百代 HB 鉛筆	12	14	11	12	3	
長 12 cm的利百代 HB 鉛筆	2	2	2	2	4	



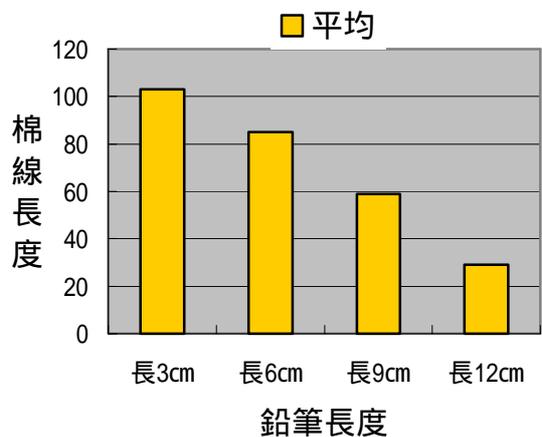
實驗 4-3-1：利用【**捲棉線**】計算筆轉次數的方法，測量不同長度的鉛筆與電動機轉速的關係，結果如下表及關係圖。

筆 轉 阻	次 別 數 物	一	二	三	平均	轉 速 排 序	備註
長 3 cm 的利 百代 HB 鉛筆		40	42	42	41	1	下圖是利用 「捲棉線」的 方法在測量鉛 筆當電阻時的 轉速情形。 
長 6 cm 的利 百代 HB 鉛筆		35	32	33	33	2	
長 9 cm 的利 百代 HB 鉛筆		24	22	24	23	3	
長 12 cm 的利 百代 HB 鉛筆		10	12	13	11	4	



實驗 4-3-2：利用【捲棉線】計算棉線長度的方法，測量不同長度的鉛筆與電動機轉速的關係，結果如下表及關係圖。

線 長 (公 分)	次 別 數 物	一	二	三	平均	轉 速 排 序	備註
長 3 cm 的利 百代 HB 鉛筆		100	105	105	103	1	下圖是利用 量所捲棉線 長度的方法 在算轉速。 
長 6 cm 的利 百代 HB 鉛筆		90	81	83	85	2	
長 9 cm 的利 百代 HB 鉛筆		60	55	61	59	3	
長 12 cm 的利 百代 HB 鉛筆		24	30	32	29	4	



二、研究結果：

根據實驗 3 所測得的電阻值；以及實驗 4 之用三種測速法所測得數據的結果，我們發現：「同種類同粗細的鉛筆中，長度越短的，電阻越小，轉速越快；長度越長的，電阻越大，轉速越慢」。因此，也證明了我們一開始的假設是對的。

三、問題與討論：

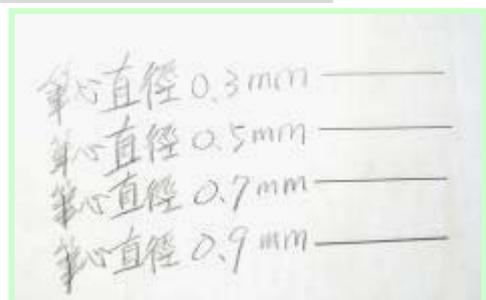
問題 7：我們發現使用鉛筆來當電阻時，它本身會發燙，而電動機的電樞並不會發燙，為什麼呢？

討論：由於鉛筆的電阻比較大，電流不容易通過它們，以至於造成擁塞，本身因而發燙，而當電流到達電動機的電樞部位使之轉動時，電流量就供不應求了。

研究目的五：研究阻抗物的不同截面積(粗細)對轉速的影響。

一、研究方法：

我們根據「研究目的三」的結果，想到了自動鉛筆的「筆心」，可以幫助我們完成本目的研究。



於是我們準備了 4 枝同廠牌同長度，但粗細不同的筆心來當電阻（如右圖），把它們一一分別接在電路上，而依序去測量比較它們的轉速。

（一）形成假設：我們認為「同種類同長度的筆心中，越細的，電阻越小，轉速越快；越粗的，電阻越大，轉速越慢」。

（二）控制實驗變因：

- 1、操縱變因：不同粗細的筆心（如上圖）。
- 2、不變變因：相同的電壓（5 伏特） 測量的時間（5 秒） 筆心的廠牌及長度、電動機的構造及擺放位置、測量轉速的方法（原子筆劃線 電子計算機 捲棉線）。
- 3、應變變因：不同粗細的筆心當電阻時，電動機的轉速會不一樣。

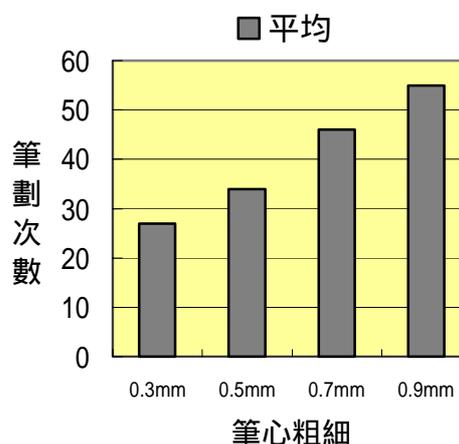
（三）進行實驗：

實驗 5：使用「三用電表」，測量不同粗細筆心的電阻值，結果如下表：

阻抗物	電阻值 (歐姆)	備註
直徑 0.3mm 的 H 筆心	4.6	下圖是正在測筆心電阻值的情形 
直徑 0.5mm 的 H 筆心	3.4	
直徑 0.7mm 的 H 筆心	3	
直徑 0.9mm 的 H 筆心	2	

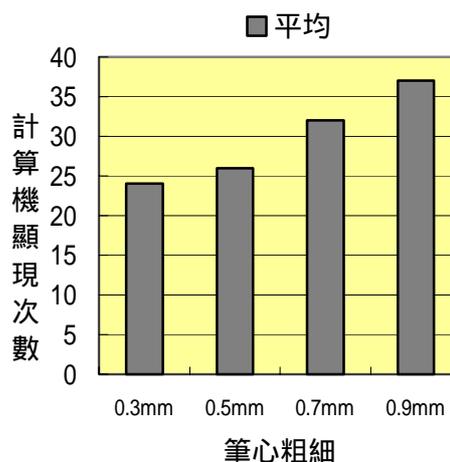
實驗 6-1：利用【原子筆劃線】的測速法，測量不同粗細的筆心與電動機轉速的關係，結果如下表及關係圖。

筆劃 次別 阻抗物	次別			平均	轉速 排序	備註
	一	二	三			
直徑 0.3 mm 的 H 筆心	27	26	27	27	4	下圖是利用原子筆劃線的方法在測量筆心當電阻時的轉速情形。 
直徑 0.5 mm 的 H 筆心	31	35	36	34	3	
直徑 0.7 mm 的 H 筆心	43	48	48	46	2	
直徑 0.9 mm 的 H 筆心	55	53	58	55	1	



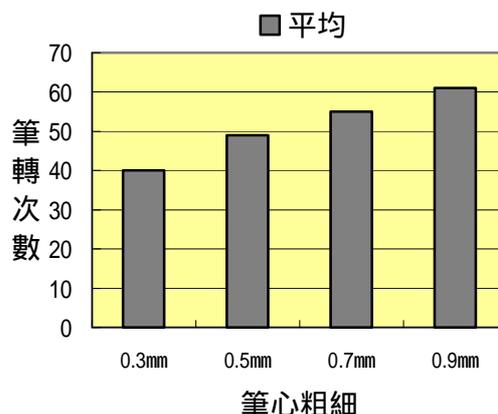
實驗 6-2：利用【電子計算機】的方法，測量不同粗細的筆心與電動機轉速的關係，結果如下表及關係圖。

顯 現 次 別 阻 抗 物	次 別			平均	轉 速 排 序	備註
	一	二	三			
直徑 0.3 mm 的 H 筆心	25	23	23	24	4	下圖是利用電子 計算機的方法在 測量筆心當電阻 時的轉速情形。 
直徑 0.5 mm 的 H 筆心	27	26	26	26	3	
直徑 0.7 mm 的 H 筆心	31	33	31	32	2	
直徑 0.9 mm 的 H 筆心	38	38	36	37	1	



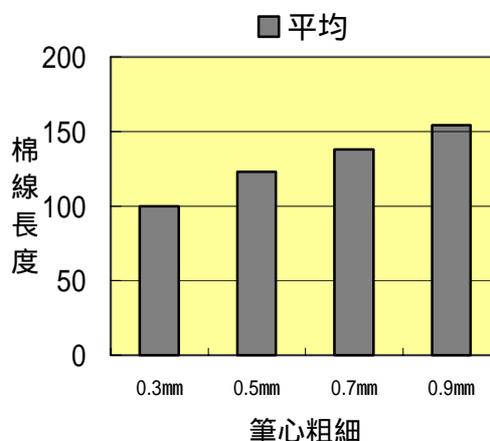
實驗 6-3-1：利用【捲棉線】計算筆轉次數的方法，測量不同粗細的筆心與電動機轉速的關係，結果如下表及關係圖。

筆 轉 次 別 阻 抗 物	次 別			平均	轉 速 排 序	備註
	一	二	三			
直徑 0.3 mm 的 H 筆心	39	39	41	40	4	下圖是利用「捲 棉線」的方法在 測量筆心當電阻 時的轉速情形。 
直徑 0.5 mm 的 H 筆心	49	51	48	49	3	
直徑 0.7 mm 的 H 筆心	54	55	55	55	2	
直徑 0.9 mm 的 H 筆心	59	61	62	61	1	



實驗 6-3-2：利用【捲棉線】計算棉線長度的方法，測量不同粗細的筆心與電動機轉速的關係，結果如下表及關係圖。

線 長 (公 分) 阻 抗 物	次 別			平均	轉 速 排 序	備註
	一	二	三			
直徑 0.3 mm 的 H 筆心	99	98	104	100	4	下圖是利用量所 捲棉線長度的方 法在算轉速。 
直徑 0.5 mm 的 H 筆心	124	126	120	123	3	
直徑 0.7 mm 的 H 筆心	138	138	137	138	2	
直徑 0.9 mm 的 H 筆心	152	154	156	154	1	



二、研究結果：

根據實驗 5 所測得的電阻值；以及實驗 6 之用三種測速法所測得數據的結果，我們發現：「同種類同長度的筆心中，越細的，電阻越大，轉速越慢；越粗的，電阻越小，轉速越快」；因此，我們發現一開始的假設-「越細的筆心，電阻越小，轉速越快；越粗的筆心，電阻越大，轉速越慢」是錯的，事實上是「越粗的筆心，電阻越小，轉速越快；越細的筆心，電阻越大，轉速越慢」才對。

三、問題與討論

問題 8：我們發現使用自動鉛筆心來當電阻時，自動鉛筆心的本身會發燙，尤其最細的那支，更是燙得冒出煙來（如右圖），為什麼呢？

討論：因為自動鉛筆心跟鉛筆一樣，它的電阻較大，電流不易通過，而轉變成熱力，致使自動鉛筆心本身發燙。然而從最細的那支自動鉛筆心燙得冒出煙來，可知這四支自動鉛筆心中，它的電阻是最大的（[實驗 5](#) 可以證明）。



研究目的六：應用實驗結果，製作出「切速器」，使馬達風扇有不同的轉速，而產生忽大忽小的風。

一、研究方法：

實驗進行到這裡，要如何操控馬達轉速的快慢，我們也已有充分的認知，所以，我們便根據「研究目的四」的結果 - 「鉛筆越短，電阻越小，轉速越快；鉛筆越長，電阻越大，轉速愈慢」，來進行設計第一種能操控馬達轉速的「切速器」；以及根據「研究目的五」的結果 - 「筆心越粗，電阻越小，轉速越快；筆心越細，電阻越大，轉速越慢」，來進行設計第二種能操控馬達轉速的「切速器」。

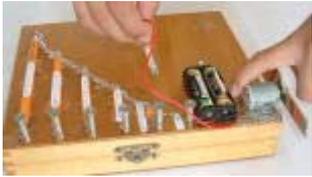
(一) [實驗 7](#)：製作第一種「切速器」。

1、製作的原理：鉛筆越短，電阻越小，轉速越快；鉛筆越長，電阻越大，轉速愈慢。

2、製作的材料如下：

一個木盒（當支架用） 小馬達及葉扇一個、2 個 3 號電池、5 枝同廠牌不同長度的鉛筆（3cm、6cm、9cm、12cm、15cm，當電阻用） 細電線（纏繞阻抗物用） 一個螺絲起子頭（當切速器用） 6 根螺絲釘（當切速器的插座）。

3、製作的步驟如下：

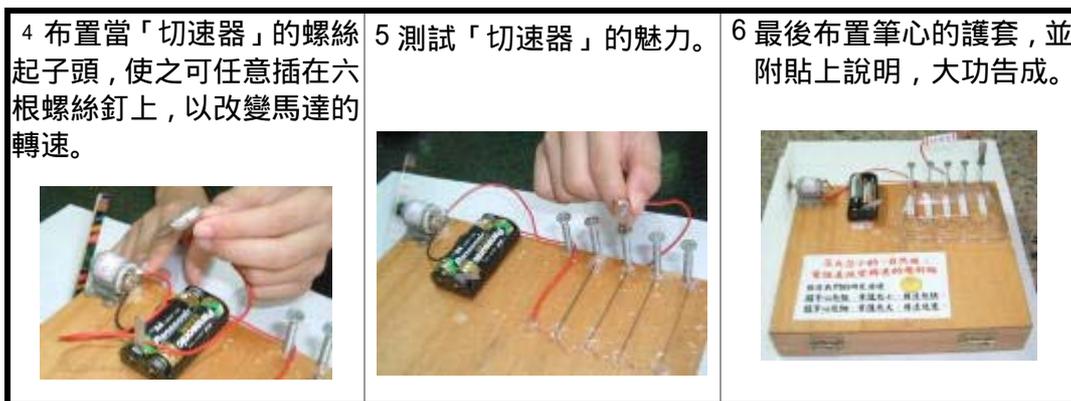
<p>1 先準備一個木箱當底座，並在上面布置要當電阻的五枝不同長度的鉛筆及一電線。</p> 	<p>2 布置要當「切速器」插座的六根螺絲釘。</p> 	<p>3 布置電池座 馬達及葉扇。</p> 
<p>4 布置當「切速器」的螺絲起子頭，使之可任意插在六根螺絲釘上，以改變馬達的轉速。</p> 	<p>5 測試「切速器」的魅力。</p> 	<p>6 最後布置鉛筆的護套，並附貼上說明，大功告成。</p> 

4、實驗結果：我們發現只要將「切速器」插在接細電線的螺絲釘上時，馬達的轉速會是最快，我們把它定為 1 速；插在接 3cm 長鉛筆的螺絲釘上時是 2 速；插在 6cm 長的時是 3 速；插在 9cm 長的時是 4 速；插在 12cm 長的時是 5 速；插在 15cm 長的時是 6 速。

(二)、**實驗 8**：製作第二種「切速器」。

- 1、製作的原理：筆心越粗，電阻越小，轉速越快；筆心越細，電阻越大，轉速越慢。
- 2、製作的材料如下：
 - 一個木盒（當支架用）
 - 小馬達及葉扇一個、
 - 2 個 3 號電池、
 - 4 枝同廠牌不同粗細的筆心（直徑 0.3mm、0.5mm、0.7mm、0.9mm，當電阻用）
 - 細電線（纏繞阻抗物用）
 - 一個螺絲起子頭（當切速器用）
 - 5 根螺絲釘（當切速器的插座）
- 3、製作的步驟如下：

<p>1 先準備一個木箱當底座，並在上面布置要當電阻的四枝不同粗細的筆心及一電線。</p> 	<p>2 布置要當「切速器」插座的六根螺絲釘。</p> 	<p>3 布置電池座 馬達及葉扇。</p> 
---	---	--



- 4、實驗結果：我們發現只要將「切速器」插在接細電線的螺絲釘上時，馬達的轉速會是最快，我們把它定為 1 速；插在接直徑 0.9mm 筆心的螺絲釘上時是 2 速；插在 0.7mm 的時是 3 速；插在 0.5mm 的時是 4 速；插在 0.3mm 的時是 5 速。

二、研究結果：

根據實驗 7、8 所製作的「切速器」試驗的結果，我們發現：只要將「切速器」任意去接觸當電阻的阻抗物（鉛筆或筆心）時，都能使馬達風扇產生不同的轉速，而產生忽大忽小的風。

三、問題與討論：

問題 9：為何要使用金屬線來當一速的電阻呢？

討論：因為不管鉛筆或筆心，它的電阻都很大，就算是最短或最粗的鉛筆或筆心，也難以表現出馬達一速的震撼力，所以才用電阻小的金屬線來當一速的電阻。

問題 10：為何將「切速器」插在鉛筆或自動鉛筆心的插座時，有時三速會比四速還慢呢？要如何改善之？

討論：因為連接鉛筆或自動鉛筆心的導線不易綁緊，以至接觸不良所致。後來我們改用較細電線並用多條及多繞幾圈綁緊，以增加連接鉛筆或自動鉛筆心的接觸機會，如此馬達轉速的切換就正常了。

陸、結論

一、綜合以上實驗，我們發現：

- (一)、鉛筆（筆心）的電阻與它的長度是成正比的關係（越長的，電阻越大；越短的，電阻越小）；而與它的截面積是成反比的關係（越細的，電阻越大；越粗的，電阻越小）。
- (二)、電阻與轉速是成反比的關係（電阻越大，轉速越慢；電阻越小，轉速越快）。
- (三)、鉛筆粗細一樣時，長度越短的，電阻越小，轉速越快；長度越長的，電阻越大，轉速越慢。
- (四)、筆心長度一樣時，越粗的，電阻越小，轉速越快；越細的、電阻越大，轉速越慢。
- (五)、「電阻」真是個改變轉速的魔術師，它可以讓馬達風扇產生忽大忽小的「自然風」（隨我們控制的風）啊！

二、我們所使用的三種測速的方法，我們都認為非常的有趣、好玩，它們都能測出轉速的

快慢。其中以「捲棉線」的方法，最能測出電動機真正的轉速，因為它的摩擦力最小之故；然而「原子筆劃線」及「電子計算機」的測速方法，雖然也都能測出轉速，但是因為都有摩擦力的關係，而使它們的準確度降低。

三、這次科展實驗，在兼顧環保之下，我們測量轉速的動力來源，並不使用乾電池，而使用老師所提供的電源供應器，如此也可避免乾電池因電力消耗而影響公平性；另外，老師也蒐出了三個由畢業班所保留下來的空橡皮章置放盒，好讓我們用來設計電動機的實驗模組座，以及用來當兩種「切速器」的基座。

柒、感想與感謝

本次科展讓我們獲益良多：學到電的奧妙、電遇到阻抗會產生熱、鉛筆也可以導電、了解電阻與轉速的關係、很多電器用品都是利用電阻的特性所製造的、體會到問題難以解決時及解決問題後的心情等。

最後，要感謝辛苦指導我們的老師們，有您們的指引，我們才能順利、圓滿完成這次的科展。

捌、參考文獻

作者	書名	版次	出版地	出版社	頁數	出版年
林春輝	新編光復科學圖鑑	20	台北市	光復書局	19、40、50	1994
臺灣省政府教育廳	中華兒童百科全書	第四冊	台北市	台灣書店	1229	1979
網址	http://www.magnetic.com.tw/ (台灣磁鐵工業股份有限公司)					
網址	http://www.ctnbank.com.tw/sn-02/a8.htm (電阻器)					

評語

- 1 題材取向與課程相結合。
- 2 研究過程完整且符合學生能力所及。
- 3 測量轉速方法創新意，並能充分發揮電阻的應用。