

# 自製更神奇的測電條

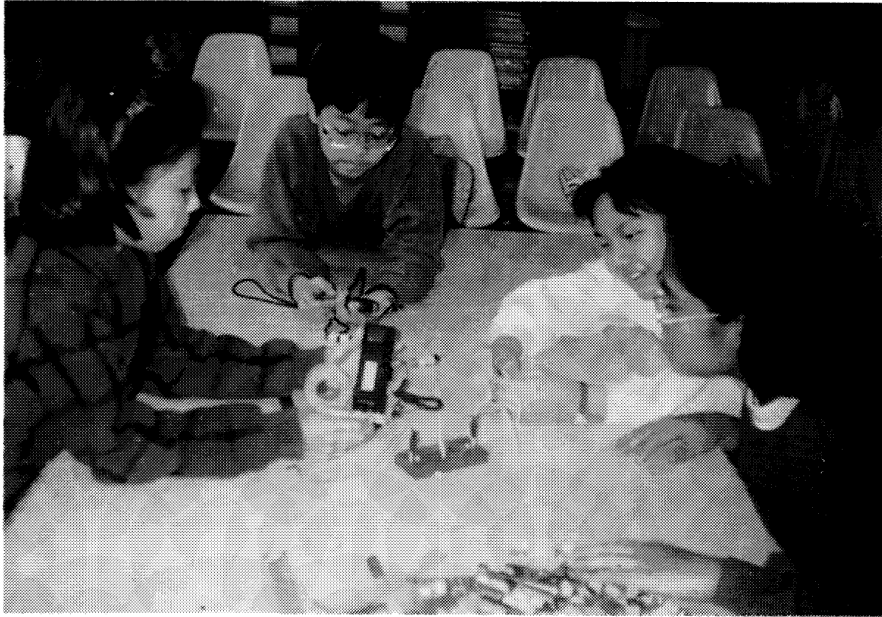
高小組物理科第二名

高市大同國民小學

作者：余豐君、王純玟

廖文瑋、張佑豪

指導教師：曾秀玉、何夏枝



## 一、研究動機

有一次爸爸買了乾電池回來，看到隨貨附贈一個神奇測電條，我發現這測電條還真有趣呢！將電池放上，就能以線條來區別電池的好壞，方便之餘，在我內心卻浮起許多問號，測電條為什麼能測電池？什麼樣的電池能使測電條升得高呢？……帶到班上去找同學討論看看，越談越神奇，於是大家便利用課餘時間，徹底研究這神奇測電條。

## 二、研究目的

- (一)研究測電條的原理。
- (二)探討怎樣的電池能使測電條上升提高？
- (三)製作能測各種電池的測電條。

## 三、研究設備器材

1.5V3 號電池、測電條、燈泡、鱷魚夾電線、感溫溫度計、銅片、鋁片、不

銹鋼片、魚缸溫度計、燒杯、錄音機、收音機、鬧鐘、三用電錶、碼錶、尺。

## 四、研究過程

研究(一)探究測電條為什麼能測電池？

實驗 1：觀察電池放在測電條上有何變化？

方法：(1)取 1.5V 的 3 號電池，分別放入神奇測電條測試。

(2)觀察測電條內外變化情形，並加以記錄。

發現：(1)測電條上出現黃色線條，且有上升到某一階段就停的現象。

(2)每個電池上升高度不一致，新的電池上升較高。

(3)測電條上升方向，不受電極方向影響。

(4)以手觸摸，發現測電條上有溫熱的感覺。

實驗 2：電流通過測電條時，會產生熱嗎？

方法：(1)蒐集有電及沒電的 3 號電池。

(2)串聯電池、燈泡及測電條。

(3)在測電條上黏貼溫度計。

(4)觀察燈泡及測電條的變化。

結果：

電池	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
燈泡	不亮	不亮	不亮	不亮	不亮	不亮	不亮	亮	亮	亮	亮	亮	亮	亮	亮
測電條上升高度	0	0	0	0	0	0	0	2.3	2.4	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9
溫度	20.9	20.7	20.7	20.8	20.8	20.8	20.9	21.1	21.1	22.0	22.0	22.3	22.2	22.3	22.5

發現：(1)有電流通過時，燈泡會亮。

(2)有電流通過時，測電條會上升。

(3)測電條上升時，測電條的表面溫度會升高，沒有電流通過時，測電條的表面溫度不會上升。

推想：電能生熱，因此當電流通過導體會轉換成熱能。

實驗 3：測電條有熱熱的感覺，是測電條通過電後，發熱所致？測電條黃色線條是溫度指標嗎？

方法：(1)取溫度分別為 10℃、20℃、30℃、40℃、50℃、60℃ 的六杯水，各杯分別放入測電條。

(2)觀察測電條的變化。

結果 1：

溫度	10℃	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃
紀錄	不變色	不變色	不變色	不變色	黃色	黃色

方法 2：(1)取溫度分別為 42℃、44℃、46℃、48℃的水四杯，各杯分別放入測電條。

(2)觀察測電條的變化。

結果 2：

溫度	42℃	44℃	46℃	48℃
紀錄	不變色	不變色	黃色	黃色

發現：(1)測電條沒有通電，以熱水測之，發現黃色線條會上升。

(2)測電條黃線條在 46℃時會顯現。

(3)黃色線條是溫度指標。

(4)測電條通電後會發熱，浮貼在背面的變色溫度指標，則是指示電量夠多時，熱愈多。

推想：(1)測電條是利用電能生熱，電能轉換成熱能的原理，並在測電條上附上溫度指示計，以溫度來顯示電能的多少，電能多產生的熱多，溫度也較高，電能少產生的熱少，溫度也較低。

討論(一)：(1)神奇測電條在電流通過時，黃色線條會上升。

(2)電流通過測電條時會產生熱。

(3)黃色線條是溫度指標。

(4)測電條是利用電能轉換成熱能的原理，通過的電量越多，產生的熱越多，電量越少，則產生的熱越少。

研究(二)探究怎樣的電池可使測電條上升得高？

實驗：歸納使測電條升得高的電池其電壓與電流的關係。

方法：(1)使用過及未使用過的 3 號 1.5V 的電池，分別在測電條上測試。

(2)以三用電錶串聯測電條及電池，測通過測電條的電流。

(3)將電池分別放入單電池的錄音機、收音機及鬧鐘上測試，分別記錄是否會響。

(4)以三用電錶並聯測電條及電池，測電條二端電壓。

結果：如附表(一)、(二)。

附表(一)

響——○

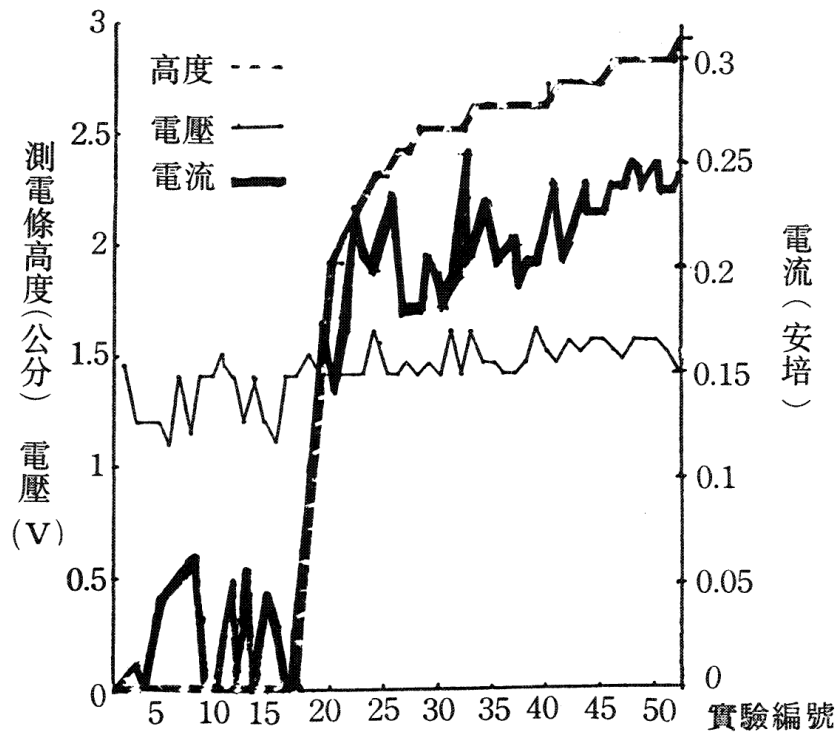
不響——●

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
高度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電壓	1.446	1.194	1.160	1.2	1.095	1.386	1.136	1.374	1.376	1.496	1.390	1.176	1.396
電流	0.01	0.02	0	0.04	0.05	0.06	0.03	0	0	0.05	0	0.06	0
錄音機	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
收音機	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
鬧鐘	○	○	●	○	○	○	○	●	●	○	●	○	●

編號	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
高度	0	0	0	0	1.0	1.2	2.5	1.9	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4
電壓	1.157	1.096	1.382	1.379	1.500	1.416	1.378	1.402	1.380	1.420	1.560	1.404	1.385
電流	0.04	0.03	0	0	0.17	0.14	0.17	0.22	0.2	0.19	0.23	0.18	0.18
錄音機	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
收音機	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
鬧鐘	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○

編號	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
高度	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
電壓	1.434	1.422	1.460	1.385	1.571	1.391	1.552	1.450	1.447	1.415	1.435	1.465	1.624
電流	0.2	0.19	0.18	0.19	0.25	0.2	0.23	0.2	0.21	0.18	0.2	0.2	0.24
錄音機	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
收音機	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
鬧鐘	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

編號	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
高度	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9
電壓	1.496	1.456	1.563	1.531	1.545	1.570	1.501	1.460	1.559	1.557	1.565	1.482	1.430
電流	0.2	0.21	0.24	0.23	0.23	0.24	0.24	0.25	0.24	0.25	0.23	0.23	0.24
錄音機	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
收音機	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
鬧鐘	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○



圖(二)：測電條高度和電壓電流關係圖

[測量時室溫：20°C，每次測量時間 10 秒]

- 發現：(1)能使測電條升得高的電池，其電壓平均維持在 1.4~1.5V 之間，電流平均在 0.18~0.24 安培之間，測電條越高其電壓、電流數值有越大的趨勢。
- (2)使測電條高度是 0 的電池，其電壓約在 1.1~1.4V 之間，電流平均在 0~0.09 安培之間。
- (3)電池用完後，電壓不會用完，電流才會用完。
- (4)商品說明書上寫測電條上升 2.5 公分以上者表示電量充足，以下者表示電量不足需要更換電池，實驗證明 2.5 公分上電量很充足，能使錄音機、收音機、鬧鐘工作，但 2.5 公分以下者仍有例外。
- (5)對於耗電量小的機件，2.5 公分以下的電池仍然可使用，以節約能源，不必急著換電池。

推想：一個好的電池，其電壓應維持在 1.4~1.5V 之間，而電流也應維持在 0.18~0.24 安培之間。並能使測電條的熱能轉換到 2.5 公分以上。

研究(三)自製測電條。

實驗 1：哪種金屬較適合做測電條？

方法：(1)蒐集銅片、鋁片及不銹鋼片，分別裁成長 15 公分、寬 2 公分的大小。

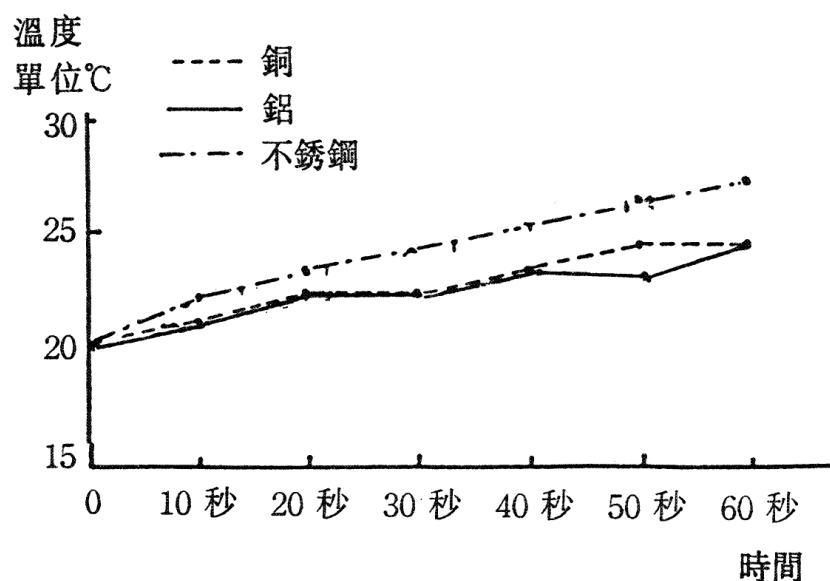
(2)在銅片、鋁片及不銹鋼片上，分別貼上魚缸溫度計。

(3)以鱷魚夾電線串聯銅片、鋁片、不銹鋼片及一個 1.5V 電池。

(4)觀察金屬片每 10 秒的溫度顯示變化，並加以記錄。

結果：

	10 秒				20 秒				30 秒				40 秒				50 秒				60 秒			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
銅	21	21	21	21	22	22	21	22	23	24	22	22	24	24	23	23	25	24	23	24	25	25	23	24
鋁	21	21	22	21	21	21	23	22	22	22	23	22	23	22	24	23	23	22	25	23	24	23	26	24
不銹鋼	22	22	21	22	23	23	23	23	23	25	24	24	24	26	25	25	24	28	26	26	26	28	26	27



發現：(1)不同金屬在相同的電源及時間產生的熱不同。

(2)我們蒐集的三種金屬片，在相同的電源及時間下，所產生的熱最多是不銹鋼其次是銅、鋁。

(3)不銹鋼通電後，在短時間內溫度變化較快，能明顯的區別溫度變化，因此較適合做為自製測電條的材料。

實驗 2：取不銹鋼片做為自製測電條的材料，哪種寬度的不銹鋼片較適合做為測電條的規格呢？

方法：(1)將不銹鋼片裁成長度為 15 公分，寬分別為 2 公分、4 公分及 5 公分。

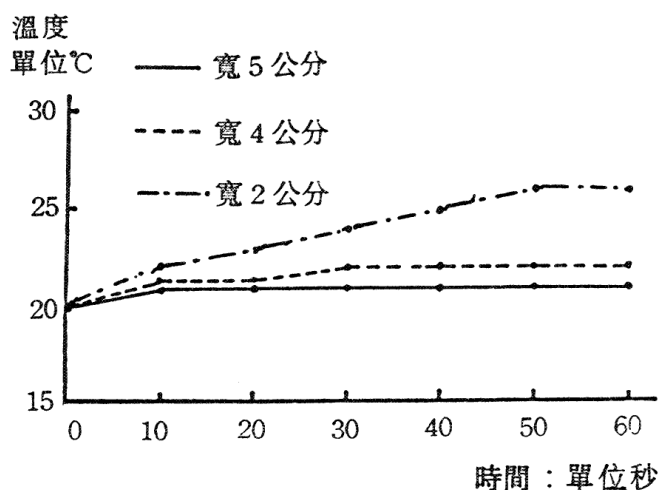
(2)在不銹鋼片上分別貼上魚缸溫度計。

(3)串聯不銹鋼片及 1.5V 的 3 號電池。

(4)觀察寬度不同不銹鋼片上的溫度顯示，並加以記錄。

結果：

	10 秒				20 秒				30 秒				40 秒				50 秒				60 秒			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
寬 5 公分	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21	22	21	21	21	22	21	21
寬 4 公分	21	21	21	21	21	21	22	21	21	22	22	22	21	22	22	22	21	22	22	22	21	22	22	22
寬 2 公分	23	22	21	22	23	23	23	23	24	24	23	24	25	24	24	24	27	25	25	26	27	26	25	26



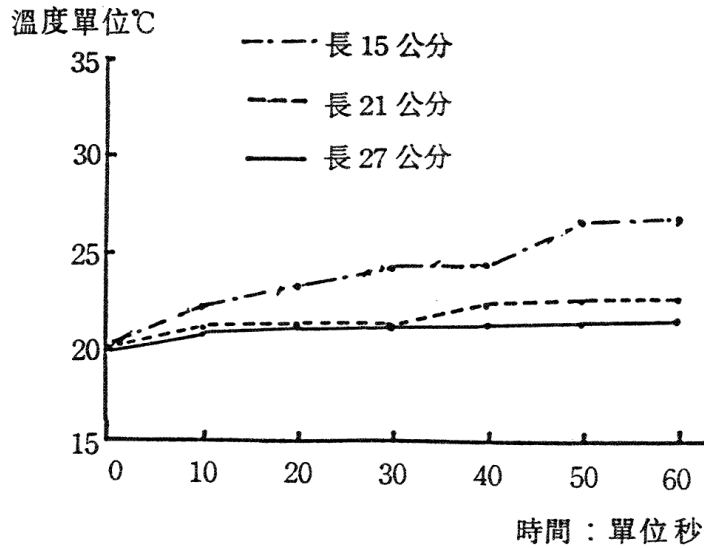
- 發現：(1)同長但不同寬度我不銹鋼片，所產生的熱不同。  
 (2)較窄的不銹鋼片產生的熱較多，較寬的產生的熱較少。  
 (3)寬 2 公分的不銹鋼片所產生的熱較多，在短時間內溫度變化差距較大，能明顯區別溫度變化，因此較適合做為自製測電條的規格。

實驗 3：以寬 2 公分的不銹鋼片做為自製測電條的材料，不同長度的測電條，產生的熱是否相同呢？

- 方法：(1)將不銹鋼裁成寬 2 公分，長度分別為 5 公分、21 公分及 27 公分三片。  
 (2)在不銹鋼片上，分別貼上魚缸溫度計。  
 (3)串聯不銹鋼片及 1.5V 的 3 號電池。  
 (4)觀察長短不同的不銹鋼片上的溫度顯示，並加以記錄。

結果：

	10 秒				20 秒				30 秒				40 秒				50 秒				60 秒			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
長15公分	22	23	21	22	23	23	23	23	24	23	24	24	25	24	24	24	27	26	25	26	27	26	26	26
長21公分	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
長27公分	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21



- 發現：(1)同寬但不同長度的不銹鋼片，所產生的熱不同。  
 (2)越短的不銹鋼片熱越多，越長的熱越少。  
 (3)長度 15 公分、寬 2 公分的不銹鋼片，在本實驗中，所產生的熱較多，短時間內溫度差距大，能明顯區別溫度變化，因此較適合做為自製測電條的規格。

實驗 4：以寬 2 公分、長 15 公分的不銹鋼片做為自製測電條的材料，不同厚度的測電條，產生的熱是否相同呢？

方法：(1)將不銹鋼片裁成寬 2 公分、長 15 公分，厚度分別為 0.025 公厘、0.05 公厘、0.075 公厘、0.1 公厘四片。

(2)在不銹鋼片上，分別貼上魚缸溫度計。

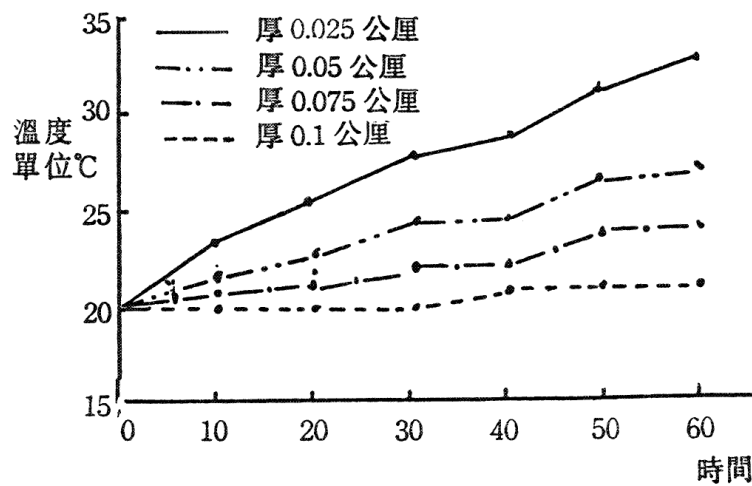
(3)串聯不銹鋼片 1.5V 的 3 號電池。

(4)觀察厚度不同不銹鋼片上的溫度顯示，並加以記錄。

結果：



厚度	10 秒				20 秒				30 秒				40 秒				50 秒				60 秒			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
0.025 公厘	24	25	24	24	26	26	25	26	28	27	28	28	30	29	29	29	32	31	30	31	34	33	32	33
0.05 公厘	22	23	21	22	23	23	23	23	24	23	24	24	25	24	24	24	27	26	25	26	27	26	26	26
0.075 公厘	21	21	21	21	21	21	22	21	21	22	22	22	22	22	23	22	23	23	23	22	23	23	23	23
0.0 公厘	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
0.1 公厘	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21



- 發現：(1)同長、寬，但不同厚度的不銹鋼片，所產生的熱不同。  
(2)越薄的不銹鋼片，產生的熱越多，越厚的越少。  
(3)長度 15 公分、寬 2 公分、厚 0.025 公厘的不銹鋼片，在本實驗中，所產生的熱較多，短時間內溫度差距大，能明顯區別溫度變化，因此我們選定這種條件的不銹鋼片做為我們的自製測電條。

實驗 5：驗證自製測電條的性能。

方法：(1)蒐集各種的 1.5V 的 3 號電池 60 個。

(2)將自製測電條兩端接觸電池兩端，記錄其顯示情形。

(3)亦將電池放在測電條上測試，並加以記錄。

(4)比較自製測電條及測電條之性能。

結果：

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
測電條高度	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.4	1.5	1.4	1.5	3.3	1.5	2.3	2.3	1.8	1.7	1.5
自製測電條溫度	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	22	22	22	22	32	22	23	23	21	21	21	
編號	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
高度	1.6	1.5	2.6	2.5	1.5	1.6	2.5	2.6	2.1	2.6	2.5	2.5	2.5	2.6	2.5	2.6	2	2.7	3.2	2.5	2.4	2	2.3	3.2	2.9	3.2	2.6	2.9	2.4	3.5
溫度	21	21	26	23	21	21	26	26	21	22	27	28	27	28	28	28	22	28	32	27	24	22	24	34	30	34	28	29	24	34

發現：(1)測電條的高度越高，自製測電條在 10 秒內反應的溫度也越高，顯示電量越充足，則自製測電條所感受的熱能越多。

(2)測電條所測高度為 0 時，自製測電條的溫度則顯示在室溫。

討論(三)(1)不銹鋼、銅、鋁在不同時間、同電源下溫度變化不同，升得最高為不銹鋼，其次是銅、鋁。

(2)同長不同寬的不銹鋼片在同時間、同電源下溫度變化不同，升得最高的是寬 2 公分，其次是 4 公分、5 公分。

(3)同寬不同長的不銹鋼片在同時間、同電源下溫度變化不同，升得最高的是長 15 公分，其次是 21 公分、27 公分。

(4)同長寬不同厚的不銹鋼片在同時間、同電源下溫度變化不同，升得最高的是 0.025 公厘，其次是 0.05 公厘、0.1 公厘。

(5)長 15 公分，寬 2 公分、厚 0.025 公厘的不銹鋼片，在幾次實驗中，通過電後能很快地產溫度變化，因此，我們認為這是最理想的自製測電條規格與材料。

(6)自製測電條的使用方式是：①將自製測電條兩端，分別觸碰於電池兩端。②接觸 10 秒，看自製測電條上的溫度變化。③溫度若維持在室溫，則此電池電量不足，溫度顯示越高，則表示此電池電量越充足。

## 五、實驗結果

研究(一)：(1)神奇測電條在電流通過時，黃色線條上升。

(2)電流通過測電條時會產生熱。

(3)黃色線條是溫度的指標。

(4)測電條是利用電能轉換成熱能的原理製成。

研究(二)：(1)能使測電條上升高的電池，其電壓平均維持在 1.4~1.5V 之間，電流平均維持在 0.18~0.24 安培之間，測電條升越高，其電壓、電流數值有越大的趨勢。

(2)電池用完時，電壓不會用完，電流才會用完。

(3)商品說明書上寫 2.5 公分以下表示電量不足，但實驗證明，2.5 公分以下的電池對於耗電量小的電器仍可使用。

研究(三)：(1)不銹鋼、銅、鋁在同一時間、電源下，溫度變化最大的是不銹鋼，其次是銅、鋁。

(2)同長但寬分別為 2 公分、4 公分和 5 公分的不銹鋼片，在同一時間、電源下，溫度變化最大的是寬 2 公分，其次是 4 公分、5 公分寬的不銹鋼片。

(3)同寬但長分別為 15 公分、21 公分和 27 公分的不銹鋼片，在同一時間、電源下，溫度變化最大的是長 15 公分，其次是 21 公分、27 公分長的不銹鋼片。

(4)同長寬但厚分別為 0.025 公厘、0.05 公厘、0.075 公厘、0.1 公厘，在同一時間、電源下，溫度變化最大的是厚 0.025 公厘，其次為 0.05 公厘、0.075 公厘、0.1 公厘。

## 六、討論

藉著此次的實驗，使我們了解神奇測電條的原理，進而利用這種電能轉換成熱能，以溫度顯示的方式來自製測電條以測電池的電量充足與否，實在是獲益良多，尤其是當我們到處蒐集同厚不同種的金屬薄片及到處去借實驗工具時，那些叔叔伯伯看我們這些小娃兒的一股熱忱，竟也放著生意不做，大方援助，借我們工具，當我們人人絞盡腦汁不知所措時，求救高師大、中大的教授們，他們也傾囊相授，這種人間溫情及內心的感受豈是筆墨所形容的，今天我們能順利完成這項研究，若不是各位叔叔、伯伯、老師們的協助，也不能如此圓滿達成，因此，最後我們仍忍不住要的再道一聲：「叔叔、伯伯謝謝您！」

## 七、結論

(一)綜合以上所有實驗的結果，我們的結論是：

1. 測電條能測電池是不同電量，通過導體時，轉換成熱能，並以溫度計線條高低顯示熱能多少，來區別電池的好壞。
2. 能使測電條升高的電池，其電壓均需維持於 1.4~1.5V 左右，通過測電條的電流則需維持在 0.18~0.24 安培左右。
3. 長 15 公分、寬 2 公分、厚 0.025 公厘的不銹鋼片，是理想的自製測電條，當自製測電條連接電池二端 10 秒後，溫度維持在室溫下，則表示電池電量不足，溫度升得越高，表示電量越充足。

(二)在實驗中，我們得到的啓示是：

1. 平常我們說電池用完了，其實是指電流用完而非電壓用完。
2. 電池的電量充足，應視使用的電器而定，商品上標明電池在測電條 2.5 公分以下稱爲電量不足，應更換電池，這種說法應該因使用的電器而異，不要急著將電池丟棄，以節約能源。
3. 以前我們總是怕使用過及未使用過的電池一塊放，以免混淆不清，而今我們有測電條，可隨時測得電池電量充足與否，確實是一種很好的工具。
4. 自製測電條的研製成功，大家都非常開心，更令大家感到欣慰的是隨手取得的導體，竟也可以當做檢測電池的工具。

## 八、參考資料

- (一)牛頓科學研習百科——物理。
- (二)自然科學彩色辭典——理化。
- (三)三下自然科學課本。

## 評語

由測電條的現象形成「電流產生溫度變化，用以測量電壓」的假設，更進一步以實驗驗證，富研究精神，且合於科學研究的方法，對結果的解釋亦合科學原理。