

嘉義市第 36 屆中小學科學展覽會
作品說明書

科別：化學科

組別：國小組

作品名稱：醋「勁」大發-自製環保電池

關鍵詞：金屬導電、環保電池

編號：

摘要

為了解決傳統電池污染環境的問題，近年來有許多的研究者以水果作為環保電池的材料，不但解決了製造電池過程污染的問題，甚至在使用過後還能做堆肥，為大自然再貢獻一份心力。如何使這樣的電池更為實用，有需要不斷的研究與改良。

我們運用銅片和鋅片分別當作電池的正負極。兩極之間隔著不織布，其中不織布吸附著市售的工研醋，製造出既環保又有效率的簡易電池。

壹、研究動機

現在是個人手一機的時代、放眼望去能直接換電池的手機可是越來越少，加上智慧型手機已經不單只是「電話」，反倒更像是每個人的私人小秘書，還身兼導航的重要責任，所以沒電可是很要命啊！！曾經有幾次還因為前一天沒充電，導致下課後要打電話給爸媽，卻沒電可用，為了手機的充電的事真讓我感到非常困擾。

因此，如果能隨身攜帶一個既不用事先充電，又能保有行動電源的功能的電池，那該有多好，於是我收集有關自製小型環保電池的文獻。發現只要有幾個一塊錢的硬幣，加上醋、隨手可得的紙和廚房的鋁箔紙，就可以自製小型環保電池！？於是，我決定親自來嘗試是否能一個個串聯起來，製成一顆隨身環保電池。

貳、研究目的

- 一、探討環保電池的種類。
- 二、尋找最適合製作環保電池的電極。
- 三、挑選飽和食鹽水、飽和糖水、工研醋、烏醋、可樂、運動飲料等製造環保電池，找出最適合製造電池的電解液。
- 四、探討電解液的距離、接觸面積與電壓、電流之間的關係。
- 五、結合自製環保電池和 LED 燈，享受自製通電玩具的樂趣。

參、研究設備及器材

鋅片 (3cm x5cm)	銅片 (3cm x5cm)	鋁片 (3cm x5cm)	鐵片 (3cm x5cm)	電子數位式電表	木工夾
鹽巴	砂糖	工研醋	烏醋	可樂	運動飲料
衛生紙	毛邊紙	牛皮紙	不織布	方巾	

肆、研究過程及方法

一、探討環保電池

- (一) 利用課餘時間到圖書館及書局，找尋有關電池發電的原理說明，並上網去搜尋環保電池的相關資料，特別是歷屆科展中有關電池的相關作品。
- (二) 說明什麼是環保電池。
- (三) 歸納出環保電池的種類。

二、探討影響環保電池發電效能的因素

- (一) 測量並分析環保電池的電極種類與電壓之關係。
- (二) 測量並分析環保電池的不同電解質與電壓、電流之關係。
- (三) 測量並分析環保電池的不同吸附材質與電壓、電流之關係。
- (四) 測量並分析環保電池的電極距離與電壓、電流之關係。
- (五) 測量並分析環保電池電極與電解質的接觸面積與電壓、電流之關係。
- (六) 測量並分析鋅-銅電極的環保電池串聯接線方式與電壓、電流之關係。
- (七) 測量並分析鋁-銅電極的環保電池串聯接線方式與電壓、電流之關係。

三、結合自製環保電池和 LED 燈

伍、研究結果

一、環保電池

(一) 何謂環保電池

從工業革命到現今人類的生活，石油與煤碳占了舉足輕重的角色，若沒有這些資源，人類的生活狀況及經濟結構是不大可能改變的。然而，這些資源皆是有限的，若繼續依照人類現在的消耗方式，地球資源是明顯不足的。更何況資訊發達、車水馬龍的都市裡，空氣中總是烏煙瘴氣，石油不敷使用的危機可能再度重演，所以，環保電池的利用是不可漠視的。

環保電池是指電池中不含汞、鎘等危害環境的成份，也被稱為"綠色能源"。隨著人們環保意識的提高，國家和社會對環保工作的重視，環保電池將成為現今消費的主流，也保護環境、保護健康。

(二) 現今環保電池的種類

1. 太陽能

『太陽能電池發電是根據愛因斯坦的光電效應而運用於日常生活』，太陽輻射出不同波長的電磁波，如紅、紫外線，可見光等。當這些射線照射在不同半導體上，光子於半導體中的自由電子作用產生電流。若其射線的波長越短，其所具有的能量相對也就越高。但並非所有波長的射線的能量都可轉化為電能，重要的是光電效應與射線的強弱無關，只有頻率達到或超越可產生光電效應的數值(波長從 0.3 微米的紫外光到數微米的紅外光)時，電流才能產生。對於絕大部分的半導體只能對頻率超過黃光的射線產生光電效應，然而太陽光是以橙黃色為主，因而太陽能電池的發電效率並不高(大約在 0.3 到 4 電子伏特之間)。

2. 核電池

核電池（又稱原子能電池，氚電池或放射性同位素電池）是通過半導體換能器，將『放射性同位素在衰變過程中不斷地放出具有熱能的 α 射線、 β 射線、 γ 射線及巨大能量』轉變為電能而製造而成。核電池多用於一些需長時間運作又難以更換電池的儀器上(航天器的電源、心臟起搏器電源和一些特殊軍事用途)，且隨著放射性源的衰變，電性能都會衰降。

3. 葉綠素電池

植物行光合作用時，電子流動會產生能量，葉綠素有機電池便是利用電子流來驅動電池。其構想來自模仿植物的光合作用，其發電原理是電池裡主要以葉綠素聚合物做為電解質，用葉綠素做正負極，外層以防水紙封裝，加水沾濕後，會先形成離子態（ $C_{55}H_{72}O_5N_4$ 、 Mg^{2+} ），再利用不同的有機電極之間發生氧化還原作用，透過這個能夠導通電流的電解質，讓電子可以順利從負極流往正極，進而產生電流。其實研究中所運用的充電原理主要是運用滲透原理，讓葉綠素電池可以自動吸取足夠濃度的水分，達到幫助電解質進行氧化還原作用的發電功效。

4. 水電池

『水電池除了加水就能產生電力，也可以由碳、鎂、鋁、銅鎳合金片、其他的自然界存在物質和水的總和回應來產生電力』，是一個不會傷害環境的自然化學反應，可以留給下一代子孫美好的環境。當電池沒電時，電池可再添加水來使用，平均在正常室溫下添加一次水可使用 1~2 個月。

『自來水流經比人類毛髮十分之一寬度還細的玻璃管內壁時，水流會產生少量的電流，是因不具導電性的玻璃管所造成的效果。』當水注入玻璃管時，管內的正離子會被沖走，留下少量的負離子附著於管壁上。稍後又迫使水流經玻璃管，此時管壁會排斥水中的負離子，但會吸附正離子，進而產生正電電流。最後，負離子會自動吸附於玻璃管的一端，另一端則聚集了正離子，如同傳統電池的正、負兩極，水電池便可輸出電能了。

5. 水果電池

電池都由電極、電解質、隔膜及外殼四個部分所組成。當然，水果電池中含有電質(水果的汁液是酸性的,可以充當電解液使用)以達導電效果。以銅片當作正極、鋅片當作負極，拿水果當電解質，就可以自製水果電池。在颱風來襲或停電時，便可用來幫助照明或其他需要。

二、影響環保電池的發電效能的因素

根據文獻資料顯示，影響環保電池電壓和電流的大小，金屬電極的種類、電極間的距離、與電解質溶液、電極與電解質的接觸面積等因素有關係(林廉捷等，2004；趙家平等，2007；余宛綦，2008；林唐煜等，2009)。設計出相關的操縱變因有：電極的種類、電極間的距離、不同電解質、不同的吸附材質、電極與電解質的接觸面積等因素，以達成勁量環保電池的目的。

(一) 電極種類與電壓、電流之關係

在不花費高成本的前提下，我們選擇日常生活中較容易取得的鋅、銅、鋁、鐵等金屬，當作環保電池的電極組合，並以飽和食鹽水作為環保電池的電解質，固定電極的間隔距離為 0.1cm，固定電阻為 1Ω，吸附材料為衛生紙，固定吸取 2ml 的溶液，測量出六種電極組合的電壓和電流如下：

表 1 環保電池的電極種類（鋅、銅、鋁、鐵）與電壓之關係

電壓單位：伏特 (V)

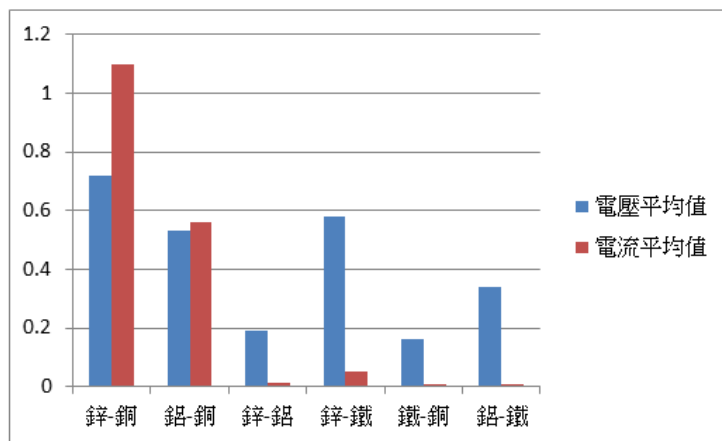
電極種類	鋅-銅	鋁-銅	鋅-鋁	鋅-鐵	鐵-銅	鋁-鐵
第 1 次	0.72	0.52	0.20	0.58	0.16	0.34
第 2 次	0.72	0.54	0.19	0.58	0.17	0.29
第 3 次	0.72	0.53	0.20	0.58	0.15	0.40
平均值	0.72	0.53	0.19	0.58	0.16	0.34

表 2 環保電池的電極種類（鋅、銅、鋁、鐵）與電流之關係

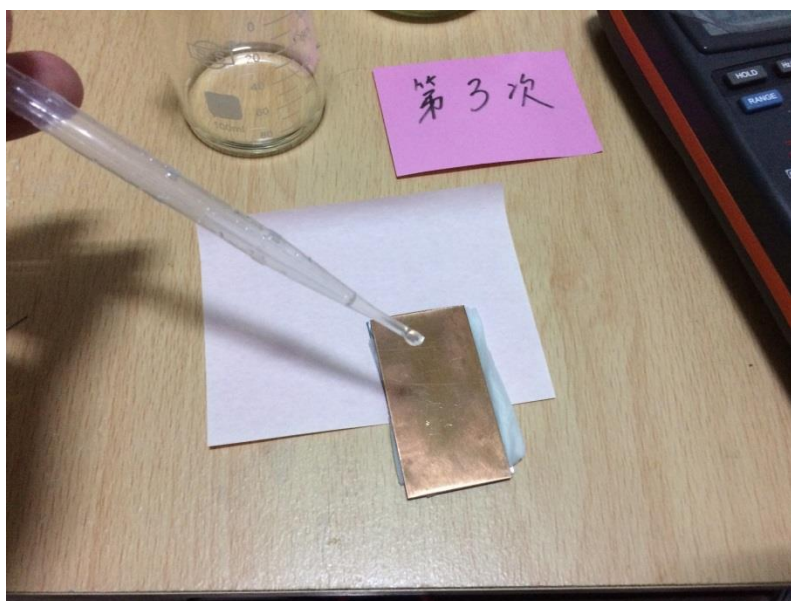
電流單位：毫安 (mA)

電極種類	鋅-銅	鋁-銅	鋅-鋁	鋅-鐵	鐵-銅	鋁-鐵
第 1 次	1.25	0.65	0.013	0.06	0.02	0.010
第 2 次	1.00	0.47	0.017	0.05	0.01	0.005
第 3 次	1.05	0.62	0.017	0.06	0.01	0.015
平均值	1.10	0.56	0.015	0.05	0.01	0.01

圖 1 環保電池的電極種類與電壓、電流之關係圖



照片 1 測量電極種類與電壓、電流之關係



(二) 不同電解質與電壓、電流之關係

選定發電效能較佳的鋅-銅電極，固定電極的間隔距離為 0.1cm，固定電阻為 1Ω ，吸附材料為衛生紙，固定吸取 2ml 的溶液，分別測量飽和食鹽水、糖水、工研醋、烏醋、可樂、運動飲料六項溶液，所測量出的電壓和電流如下：

表 3 電極與電解質溶液關係

電壓單位：伏特 (V)

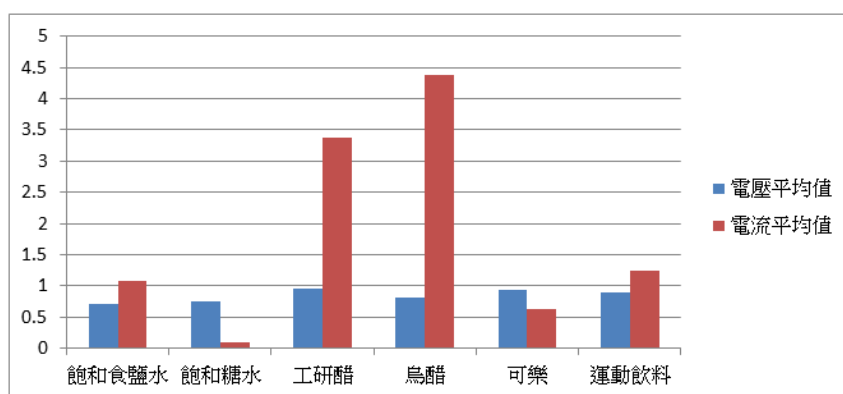
電解質種類	飽和食鹽水	飽和糖水	工研醋	烏醋	可樂	運動飲料
第 1 次	0.70	0.76	0.96	0.79	0.91	0.91
第 2 次	0.73	0.75	0.95	0.83	0.93	0.90
第 3 次	0.71	0.77	0.96	0.81	0.95	0.90
平均值	0.71	0.76	0.95	0.81	0.93	0.90

表 4 電極與電解質溶液關係

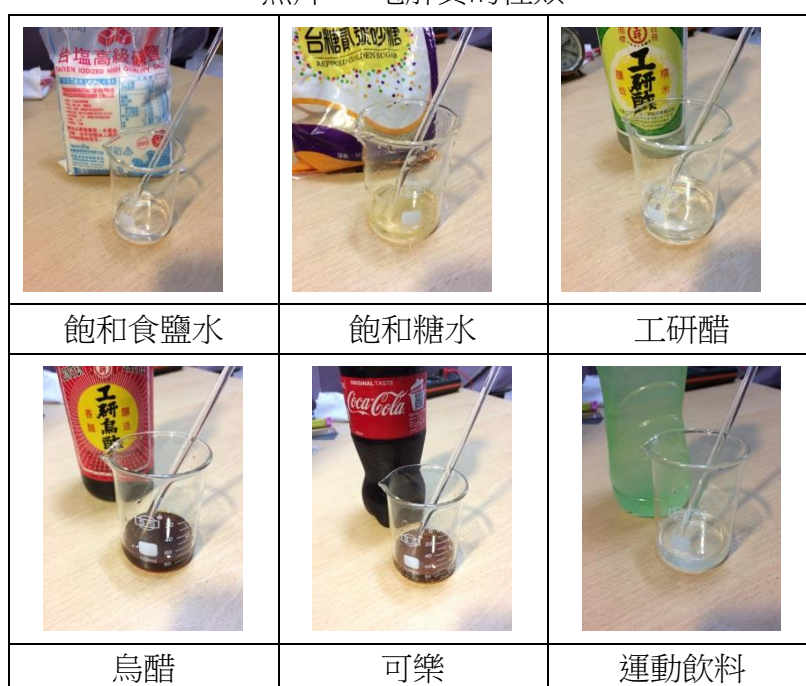
電流單位：毫安 (mA)

電解質種類	飽和食鹽水	飽和糖水	工研醋	烏醋	可樂	運動飲料
第 1 次	1.02	0.15	3.56	4.23	0.73	1.02
第 2 次	1.70	0.08	3.74	4.11	0.67	1.21
第 3 次	1.12	0.09	2.85	4.82	0.50	1.52
平均值	1.07	0.10	3.38	4.38	0.63	1.25

圖 2 環保電池的不同電解質與電壓、電流之關係圖



照片 2 電解質的種類



(三) 不同吸附材質與電壓、電流之關係

選定發電效能較佳的鋅-銅電極，固定電極的間隔距離為 0.1cm，固定電阻為 1Ω，電解質選定電功率較佳的工研醋，固定吸取 2ml 的溶液，分別使用衛生紙、宣紙、牛皮紙、不織布、方巾五項不同材質吸附電解質，所測量的電壓和電流如下：

表 5 電極與電解質溶液關係

電壓單位：伏特 (V)

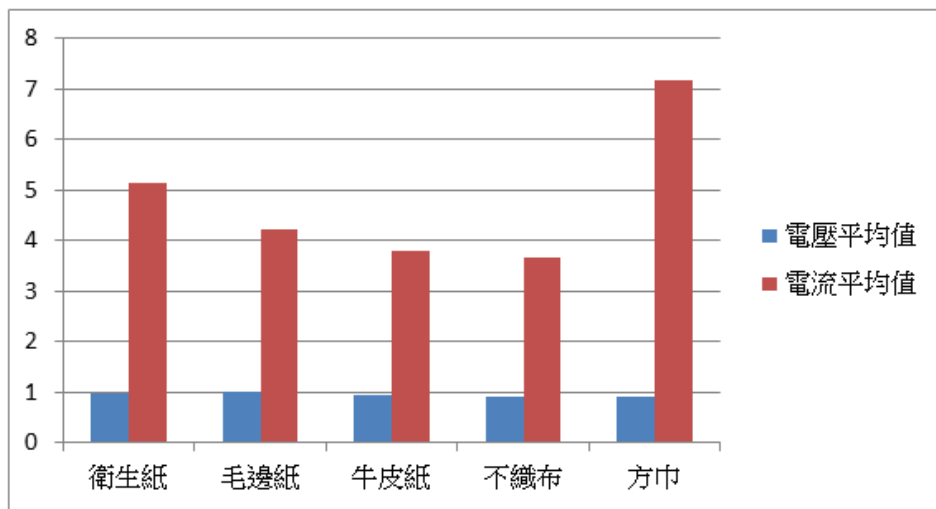
材質種類	衛生紙	毛邊紙	牛皮紙	不織布	方巾
第 1 次	0.97	1.00	0.91	0.96	0.91
第 2 次	0.95	0.99	0.97	0.90	0.93
第 3 次	0.97	0.98	0.98	0.91	0.90
平均值	0.96	0.99	0.95	0.92	0.91

表 6 電極與電解質溶液關係

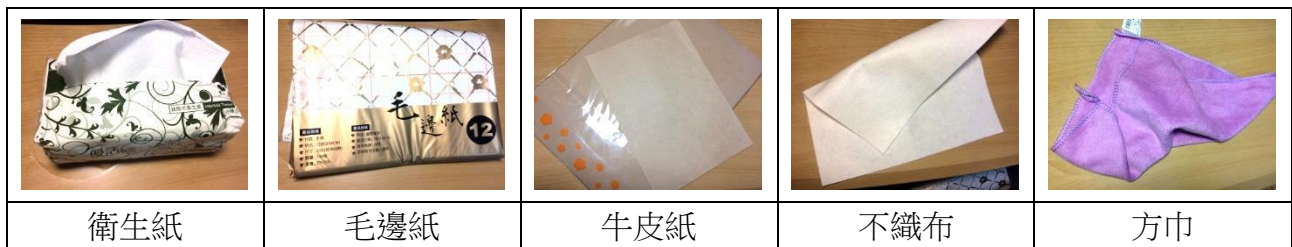
電流單位：毫安 (mA)

材質種類	衛生紙	毛邊紙	牛皮紙	不織布	方巾
第 1 次	4.78	4.13	2.75	5.29	6.24
第 2 次	5.77	4.21	3.24	2.62	11.1
第 3 次	4.92	4.33	5.41	3.12	4.22
平均值	5.15	4.22	3.80	3.67	7.18

圖 3 環保電池的不同吸附材質與電壓、電流之關係圖



照片 3 吸附材質的種類



發現：

1. 不織布、方巾吸水性最佳，其次是衛生紙、毛邊紙，最後是牛皮紙。
2. 五種材質在電壓的表現都有在 0.9V 以上，因是作為電解質吸收的材質，故須要求吸水的效率，所以選擇不織布作為溶解質的吸附材質。

(四) 電極距離與電壓、電流的關係

選定發電效能較佳的鋅-銅電極，以工研醋當作環保電池的電解質，不織布作為溶解質的吸附材質，固定吸取 2ml 的溶液，分別測量出電極距離 0.15cm、0.3cm、0.45cm、0.6cm、0.75cm 的電壓和電流如下：

表 7 電極距離與電壓之關係

電壓單位：伏特 (V)

電極距離	0.15cm	0.3cm	0.45cm	0.6cm	0.75cm
第 1 次	0.90	0.98	0.98	0.98	0.99
第 2 次	0.81	0.98	0.99	0.98	0.97
第 3 次	0.80	0.97	0.98	0.98	0.97
平均值	0.83	0.97	0.98	0.98	0.97

表 8 電極距離與電流之關係

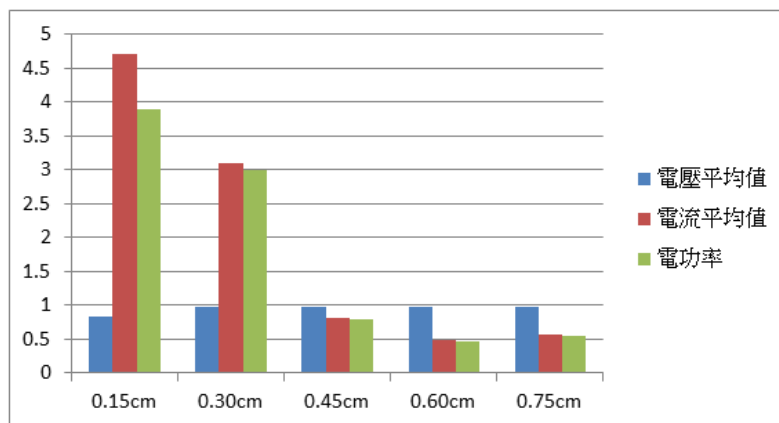
電流單位：毫安 (mA)

電極距離	0.15cm	0.3cm	0.45cm	0.6cm	0.75cm
第 1 次	5.06	1.78	0.86	0.33	0.74
第 2 次	4.62	3.85	0.98	0.58	0.37
第 3 次	4.43	3.66	0.61	0.54	0.62
平均值	4.70	3.09	0.81	0.48	0.57

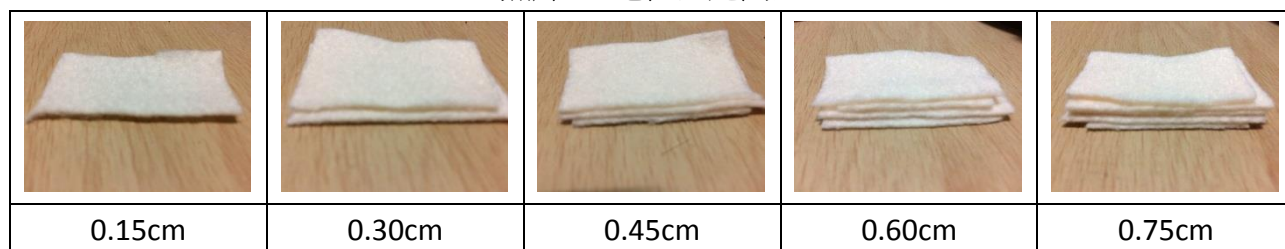
表 9 電極距離與平均電壓、平均電流及電功率之關係

電極距離	平均電壓	平均電流	電功率
0.15cm	0.83	4.70	3.901
0.30cm	0.97	3.09	2.997
0.45cm	0.98	0.81	0.793
0.60cm	0.98	0.48	0.470
0.75cm	0.97	0.57	0.552

圖 4 環保電池的電極距離與電壓、電流之關係圖



照片 4 電極固定間距



(五) 電極與電解質的接觸面積與電壓、電流之關係

以工研醋當作環保電池的電解質，選定發電效能較佳的鋅-銅電極，固定電極間的距離為 1cm，電極的寬度固定為 3cm，分別測量出電極高度 1cm、2cm、3cm、4cm、5cm 的電壓和電流如下：

表 10 電極和電解質的接觸面積與電壓之關係

電壓單位：伏特 (V)

電極高度	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
電極面積	3cm ²	6cm ²	9cm ²	12cm ²	15cm ²
電解質	4ml	8 ml	12 ml	16 ml	20 ml
第 1 次	0.92	0.96	0.95	0.90	0.96
第 2 次	0.94	0.89	0.92	0.92	0.94
第 3 次	0.95	0.87	0.92	0.92	0.93
平均值	0.93	0.90	0.93	0.91	0.94

表 11 電極和電解質的接觸面積與電流之關係

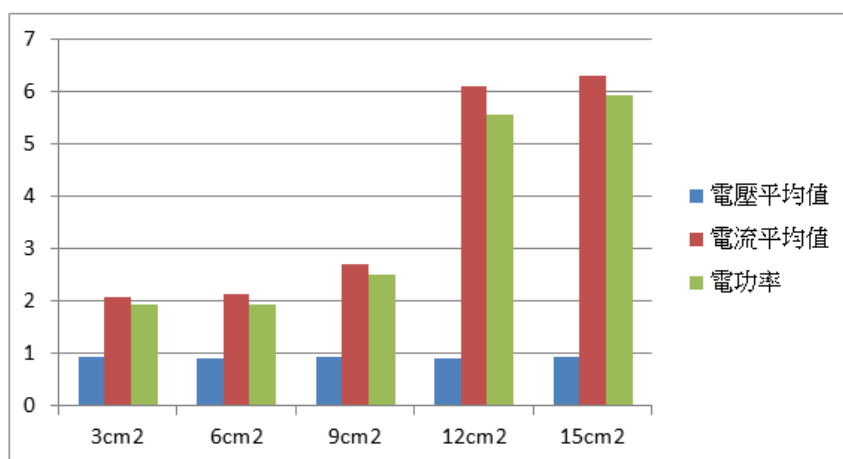
電流單位：毫安 (mA)

電極深度	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
電極面積	3cm ²	6cm ²	9cm ²	12cm ²	15cm ²
電解質	4ml	8 ml	12 ml	16 ml	20 ml
第 1 次	2.28	3.01	3.00	6.94	6.65
第 2 次	2.24	1.87	2.76	5.34	6.18
第 3 次	1.75	1.58	2.36	6.05	6.08
平均值	2.09	2.15	2.70	6.11	6.30

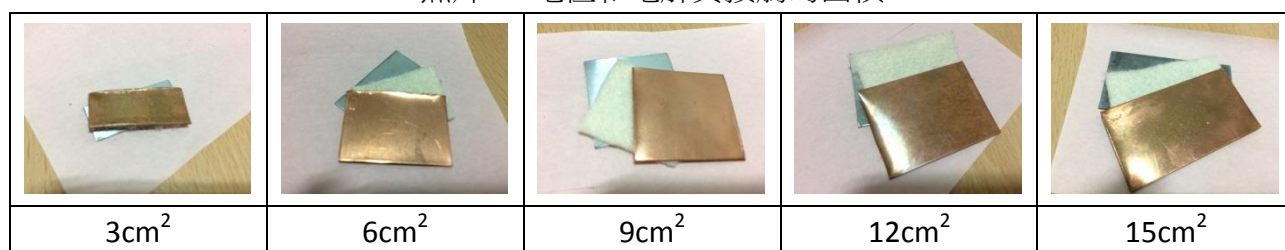
表 12 電極和電解質的接觸面積與平均電壓、平均電流及電功率之關係

電極面積	平均電壓值	平均電流值	電功率
3cm ²	0.93	2.09	1.943
6cm ²	0.90	2.15	1.935
9cm ²	0.93	2.70	2.511
12cm ²	0.91	6.11	5.560
15cm ²	0.94	6.30	5.922

圖 5 環保電池的電極和電解質的接觸面積與電壓、電流之關係圖



照片 5 電極和電解質接觸的面積



(六) 測量並分析鋅-銅電極的環保電池串聯接線方式與電壓、電流之關係

以工研醋當作環保電池的電解質，選定發電效能較佳的鋅-銅電極，以 1 片不織布的距離 1.5cm，做出 7 個鋅-銅電極。在電解質溶液以電極串聯的接線方式，分別測量出電壓和電流如下：

表 13 電極串聯數與電壓之關係

電壓單位：伏特 (V)

串聯組數	2組	3組	4組	5組	6組	7組
第 1 次	0.95	0.89	0.98	0.95	0.98	0.88
第 2 次	0.90	0.87	0.93	0.85	0.88	0.90
第 3 次	0.89	0.85	0.91	0.95	0.91	0.80
平均值	0.91	0.87	0.94	0.91	0.92	0.86

表 14 電極串聯數與電流之關係

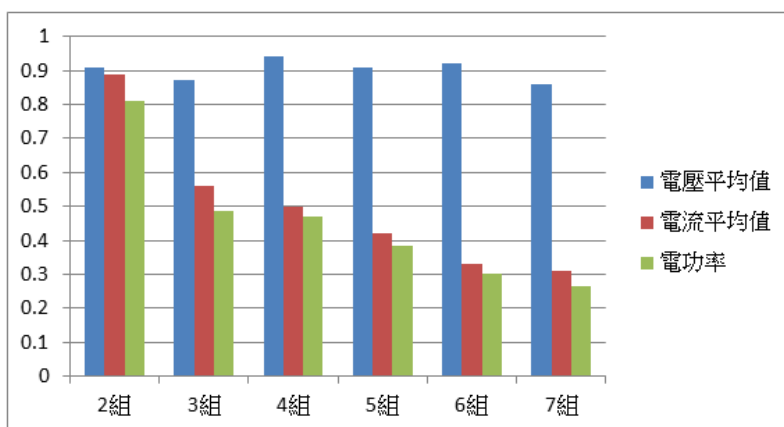
電流單位：毫安 (mA)

串聯組數	2組	3組	4組	5組	6組	7組
第 1 次	1.20	0.80	0.52	0.54	0.30	0.35
第 2 次	0.71	0.50	0.50	0.39	0.36	0.30
第 3 次	0.77	0.40	0.48	0.35	0.34	0.28
平均值	0.89	0.56	0.50	0.42	0.33	0.31

表 15 鋅-銅電極串聯數與平均電壓、平均電流及電功率之關係

電極面積	平均電壓值	平均電流值	電功率
2組	0.91	0.89	0.809
3組	0.87	0.56	0.487
4組	0.94	0.50	0.470
5組	0.91	0.42	0.382
6組	0.92	0.33	0.303
7組	0.86	0.31	0.266

圖 6 鋅-銅電極的環保電池串聯接線方式與電壓、電流之關係圖



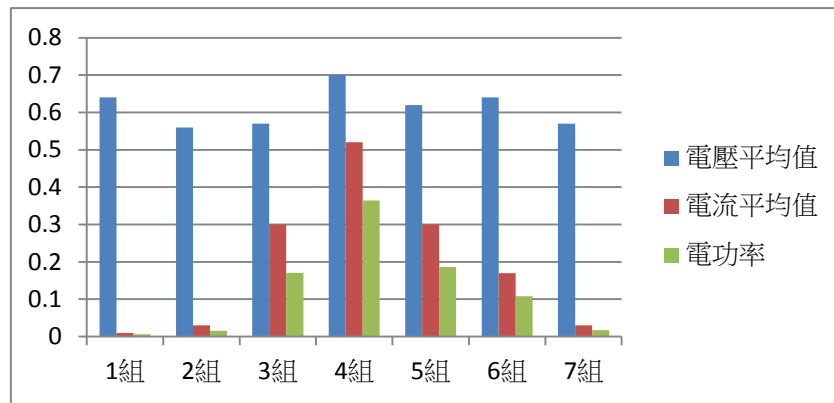
(七) 測量並分析鋁-銅電極的環保電池串聯接線方式與電壓、電流之關係

以工研醋當作環保電池的電解質，選定發電效能最佳的鋁-銅電極，以 1 片不織布的距離 1.5cm，做出 7 個鋁-銅電極。在電解質溶液以電極串聯的接線方式，分別測量出電壓和電流如下：

表 16 鋁-銅電極串聯數與平均電壓、平均電流及電功率之關係

電極面積	平均電壓值	平均電流值	電功率
1組	0.64	0.01	0.006
2組	0.56	0.03	0.016
3組	0.57	0.30	0.171
4組	0.70	0.52	0.364
5組	0.62	0.30	0.186
6組	0.64	0.17	0.108
7組	0.57	0.03	0.017

圖 7 鋁-銅電極的環保電池串聯接線方式與電壓、電流之關係圖



照片 6 鋁-銅電極的環保電池串聯接線方式



陸、討論

一、實驗時所遭遇到的問題與改進的方法

1. 不管是鋅-銅電極串聯或是鋁-銅電極串聯，所測出來的電壓和電流都很小，可以試試其他的連接方式，提高電壓和電流的效能。
2. 可嘗試改用方巾或是烏醋做為電解質及吸附材質。

二、實驗結果之討論

1. 自製環保電池可以省卻許多電線和鱷魚夾，也可以輕鬆串聯，體積小便於攜帶。同時也兼顧環保的重要- 銅鋁鋅片、不織布可以再利用；工研醋對環境的負擔極小，又可免除水果有季節性的限制。
2. 若以電流和電壓的乘積（電功率）為篩選標準，則方帕是作為電池兩極之間吸附電解液的理想材料，因為方巾在電流變化很大，所以選擇同樣吸水良好的不織布作為吸附材質。

柒、結論

1. 用過的環保電池幾乎不會造成環境的負擔，無形中省卻回收的工作。銅鋁鋅片、不織布經過洗淨後，仍可繼續使用。
2. 環保電池製作過程容易，又蘊含「通電的玩具」和「水溶液」的自然領域課程，最重要的是可以再次傳達環保概念。所以，如果融入自然和藝術與人文課程的教學，肯定是叫好又叫座。
3. 由於本實驗的目的，是利用生活周遭隨手可取得的材料，來當作實驗素材，所以材料本身導電的介質屬性不一定最佳，再加上只使用一般的三用電表來量測，因此潛在的誤差必須修正，可在後續的改良實驗加以修正改良。

捌、參考文獻

1. 維基百科 電流
<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E9%9B%BB%E6%B5%81>
2. 台灣師大物理系 物理教學示範實驗教室
<http://www.phy.ntnu.edu.tw/moodle/index.php>
3. 新一代環保電池
<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2011/03/2011031811012293.pdf>
4. 來電「漢堡」--環保電池 DIY 全國科展 49 屆作品集 國小組 自然科
5. 環保來「電」禮—綠色環保電池 全國科展 51 屆作品集 國小組 自然科
6. Hold 住—解析石墨型燃料電池 全國科展 53 屆作品集 國小組 自然科
7. 豐功偉『葉~做一顆最佳『綠能』可充式行動電池之研究 全國科展 56 屆作品集 國小組 自然科
8. 多功能電力壺~自製環保電池之研究 全國科展 57 屆作品集 國小組 自然科
9. 「果」真如此-勁量水果電池 全國科展 50 屆作品集 國中組 自然科