

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

佳作

081525

綠色能源~竹炭 V. S. 備長炭海水電池的探討

學校名稱：臺北縣永和市秀朗國民小學

作者：	指導老師：
小六 張雅婷	邱瑞蓉
小六 林宇亮	高景川
小六 游旻潔	
小六 莊渝鈞	
小六 王鈺涵	
小六 邵芷葳	

關鍵詞：綠色能源 化學能 備長炭竹炭電池

綠色能源~竹炭 V.S. 備長炭海水電池的比較

壹、摘要

根據國語日報 96 年 1 月 5 日回收廢電池~小學生拯救地球的文章中，指出一顆廢棄的一號電池，丟棄在泥土中，流出的有害金屬，就會使兩張報紙面積大小的土壤永遠~死亡，永遠生長不出美麗的花草。一粒鈕扣電池就會使 600 噸的水無法飲用，相當於一個人一生的飲水量，對自然環境威脅很大，間接威脅到人類的健康。

全球經濟發展，社會的進步和人口快速成長，使人類對能源的需求量有增無減，對能源的依賴程度也與日俱增。新型綠色環保電池近年來已投入使用或正在研製，所以我們希望能夠利用海水當電解質和鋁及無污染的備長炭和竹炭來做電池。

我們自製的小型電池是屬於普通電池，將化學能轉換成電能的裝置。未來綠色能源，綠色生產技術和綠色產業等等，都將成為 21 世紀的新課題。

貳、研究動機

上自然與生活科技課時（牛頓第三冊第三單元鹽到那裡去了、第四單元燈泡亮了、康軒第八冊第二單元水溶液），及去年我們研究的科展問題二、哪一種炭產生的電流最強中，發現同樣 4 克下產生的電流，竹炭(4.7mA)和備長炭(12.3mA)與普通電池的 1 號(4mA)、2 號(5.3mA)、3 號(1.3mA)炭棒的相當。於是我們想要嘗試利用竹炭和備長炭做出新型的綠色環保電池替代傳統電池，期許對地球生態環境達到「低污染」或「零污染」的功效。

參、研究目的

- 一、比較塊狀/碎狀/粉末狀的備長炭和竹炭海水電池的導電情形。
- 二、瞭解竹炭的重量和厚度會不會影響導電。
- 三、瞭解鋁箔紙包在竹炭不同位置會不會影響導電強度。
- 四、加入化學物質是否能使導電較強。
- 五、比較鋁罐、鐵罐的導電情形。
- 六、瞭解竹炭可不可以重複使用。
- 七、利用竹炭粉、備長炭粉、木炭粉、鐵罐、鋁罐、濃食鹽海水製作筒狀電池。
- 八、製作「低污染」和「零污染」小型環保電池應用在小家電上。

肆、研究設備與器材

備長炭、竹炭、鋁箔紙、海水、安培計、電壓計、紗布、迴紋針、量杯、天秤、研鉢、燒杯、塑膠棒、鐵鎚、滴管、片鋸、木炭、食鹽(氯化鈉 NaCl)、小蘇打(碳酸氫鈉(NaHCO₃))、雙氧水(過氧化氫 H₂O₂)、抹布、攪拌棒、小湯匙、手套、鋁罐、鐵罐、鋁棒、發光二極體燈、紅藍石蕊試紙、廣用試紙、小夾子、塑膠盒、省能馬達(0.5V)、熱熔槍、焊槍、錫、大小不同的塑膠罐、剪刀、尺、電線。

伍、研究過程和方法

問題一、塊狀/碎狀/粉末的備長炭和竹炭海水電池的導電情形比較。

方法〈一〉：比較塊狀/碎狀/粉末狀的備長炭的導電情形。

- 1、實驗材料：塊狀/碎狀/粉末狀的備長炭、鋁箔紙、3c.c.海水、安培計、電壓計、紗布 $7 \times 10 \text{ cm}^2$ 、迴紋針、量杯、天秤、片鋸、研鉢、燒杯、塑膠棒、鐵鎚。
- 2、實驗步驟：
 - (1)將塊狀的備長炭放在天秤上測出其重量 14.5g。
 - (2)取3c.c.的海水滴在紗布及鋁箔紙 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 包在塊狀的備長炭 $2/3$ 處。
 - (3)利用安培計、電壓計，迴紋針正極夾在塊狀備長炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察並記錄電流量和電壓量(取最大值)。
 - (4)將備長炭敲碎後，下面放鋁箔紙 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 上面放紗布並滴上海水 3c.c.，把敲碎的備長炭放在紗布上。
 - (5)利用安培計、電壓計，迴紋針正極壓在碎狀備長炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察並記錄電流量和電壓量(取最大值)。
 - (6)再將碎狀備長炭敲成粉狀後，下面放鋁箔紙 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 上面放紗布並滴上海水 3c.c.，把粉狀備長炭放在紗布上。
 - (7)利用安培計、電壓計，迴紋針正極壓在粉狀備長炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察並記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表一~1 粉末/碎狀/條狀的備長炭導電情形

備長炭的炭狀 導電情形	塊狀 (14.5g)	碎狀 (14.5g)	粉末 (14.5g)
電流(mA)	360	100	40
電壓(V)	1	0.8	0.9

方法〈二〉：比較塊狀/碎狀/粉末狀的竹炭的導電情形。

1、實驗材料：塊狀/碎狀/粉末狀的竹炭、鋁箔紙、3c.c.海水、安培計、電壓計、紗布 7×10cm²、迴紋針、量杯、天秤、手動式鋸子、研鉢、燒杯、木棒、鐵鎚。

2、實驗步驟：

(1)將塊狀的竹炭放在天秤上測出其重量 14.5g。

(2)取 3c.c.的海水，將用鋁箔紙 10×10 cm²包在塊狀的竹炭 2/3 處。

(3)利用安培計、電壓計，迴紋針正極夾在塊狀竹炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察並記錄電流量和電壓量(取最大值)。

(4)將竹炭敲碎後，下面放鋁箔紙 10×10 cm² 上面放紗布並滴上海水 3c.c.，把敲碎的竹炭放在紗布上。

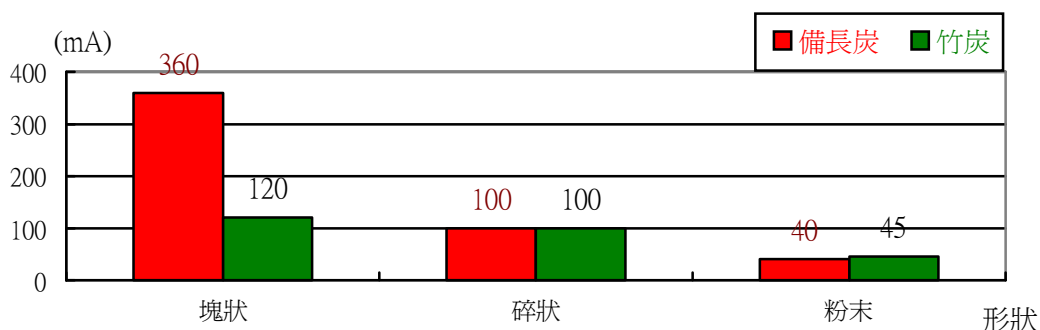
(5)利用安培計、電壓計，迴紋針正極壓在碎狀竹炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察並記錄電流量和電壓量(取最大值)。

(6)再將竹炭磨成粉狀後，下面放鋁箔紙 10×10 cm² 上面放紗布並滴上海水 3c.c.，把粉狀的竹炭放在紗布上。

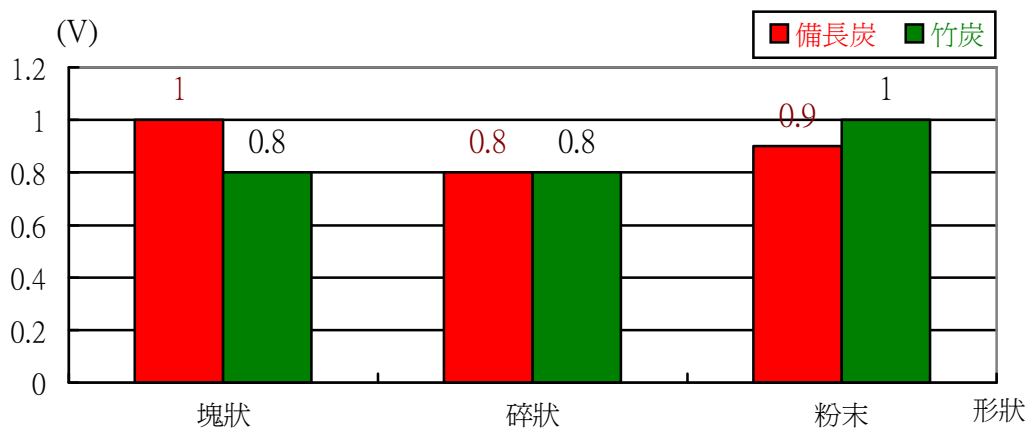
(7)利用安培計、電壓計，迴紋針正極壓在粉狀竹炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察並記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表一~2 粉末/碎狀/塊狀的竹炭導電情形

竹炭的炭狀 導電情形	塊狀 (14.5g)	碎狀 (14.5g)	粉末 (14.5g)
電流(mA)	120	100	45
電壓(V)	0.8	0.8	1



圖一~1 備長炭和竹炭不同形狀的電流量



圖一~2 備長炭和竹炭不同形狀的電壓量

結果分析：

從粉末/碎狀/塊狀的備長炭和竹炭實驗中，經過海水的電解，產生的電流以塊狀情形最好，電壓量大致相當。

備長炭碎狀電壓的導電情形	利用鐵鎚將備長炭打成粉末	將竹炭用研鉢磨碎
備長炭碎狀電流的導電情形	把備長炭粉末倒紗布上	竹炭碎狀電壓的導電情形

問題二、竹炭的重量、厚度會影響導電情形嗎？

方法〈一〉：比較不同重量的條狀竹炭，所產生的電流量和電壓量。

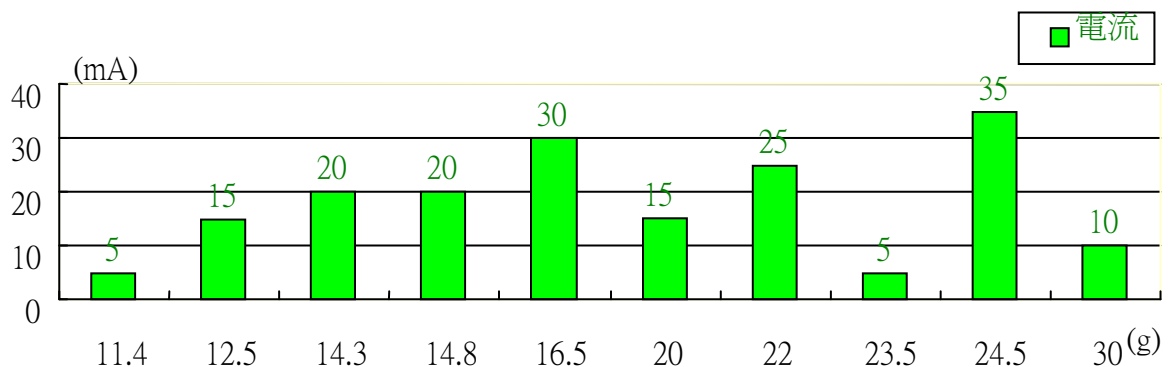
1、實驗材料：條狀竹炭、鋁箔紙、海水、毫安培計、電壓計、迴紋針、滴管、天秤、紗布、片鋸。

2、實驗步驟：

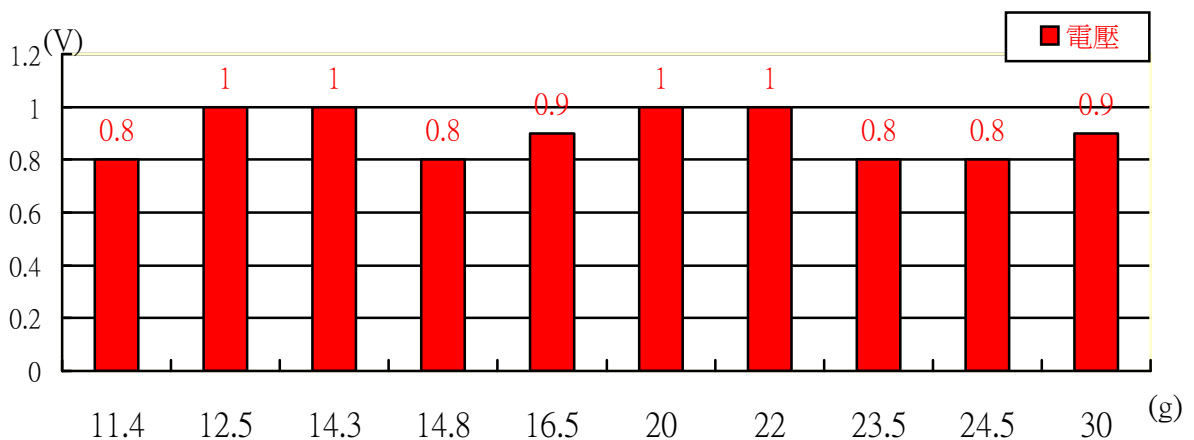
- (1)把同體積〈長、寬、厚度一樣的〉不同重量的條狀竹炭，放在天秤上秤重。
- (2)將竹炭包上紗布 $7 \times 10 \text{ cm}^2$ 滴上 3c.c. 的海水，用鋁箔紙 $15 \times 10 \text{ cm}^2$ 包在 2/3 處。
- (3)利用安培計、電壓計，迴紋針正極夾在竹炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表二-1 各種條狀竹炭的導電情形

重量(g)	11.4	12.5	14.3	14.8	16.5	20	22	23.5	24.5	30
導電情形										
電流(mA)	5	15	20	20	30	15	25	5	35	10
電壓(V)	0.8	1	1	0.8	0.9	1	1	0.8	0.8	0.9



圖二~1 不同重量的條狀竹炭電流量



圖二~2 不同重量的條狀竹炭電壓量

方法〈二〉：比較不同重量的筒狀竹炭，所產生的電流量和電壓量。

1、實驗材料：筒狀竹炭、鋁箔紙、海水、毫安培計、電壓計、迴紋針、滴管、天秤、紗布、片鋸。

2、實驗步驟：

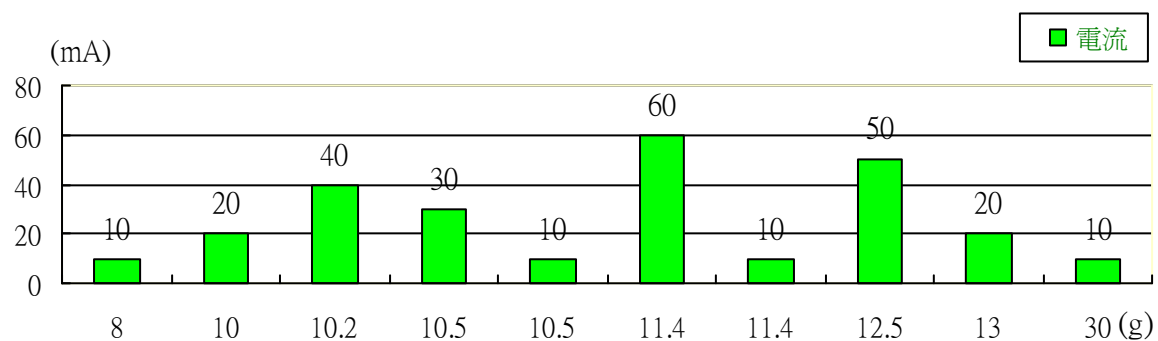
(1)把不同重量的筒狀竹炭，放在天秤上秤重。

(2)將竹炭包上紗布 $7 \times 10 \text{ cm}^2$ 滴上 3c.c. 的海水，用鋁箔紙 $15 \times 10 \text{ cm}^2$ 包在 2/3 處。

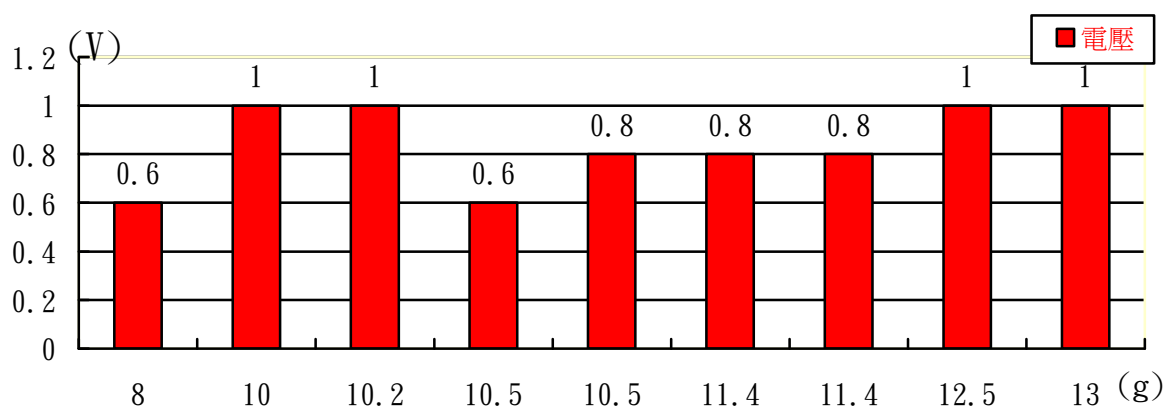
(3)利用安培計、電壓計，迴紋針正極夾在竹炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表二-2 各種筒狀竹炭的導電情形

重量(g)	8	10	10.2	10.5	10.5	11.4	11.4	12.5	13
導電情形				<1>	<2>	<1>	<2>		
電流(mA)	10	20	40	30	10	60	10	50	20
電壓(mV)	0.6	1	1	0.6	0.8	0.8	0.8	1	1



圖二~3 不同重量的筒狀竹炭電流量



圖二~4 不同重量的筒狀竹炭電壓量

方法〈三〉：比較不同厚度的條狀竹炭所產生的導電情形

1、實驗材料：條狀竹炭、鋁箔紙、3c.c.海水、毫安培計、電壓計、迴紋針、滴管、天秤、紗布、片鋸。

2、實驗步驟：

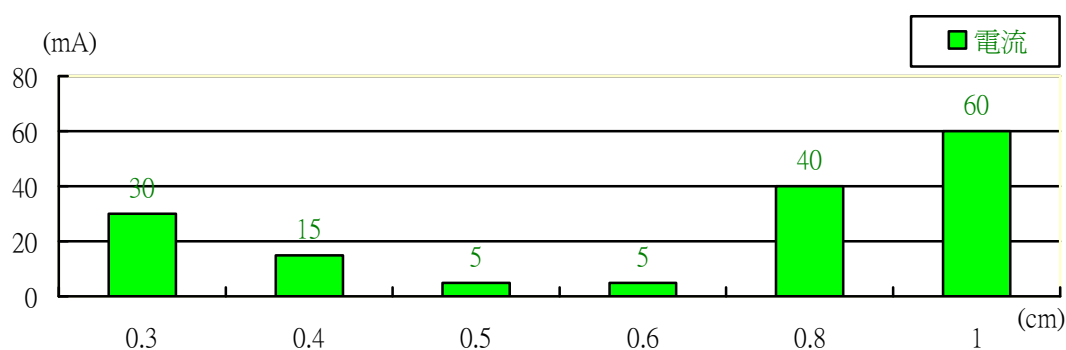
(1)把同重量 19 ± 1 (g)(長、寬一樣的)的條狀竹炭取出。

(2)將竹炭包上紗布 $7 \times 10 \text{ cm}^2$ 滴上 3c.c.的海水，用鋁箔紙 $15 \times 10 \text{ cm}^2$ 包在 2/3 處。

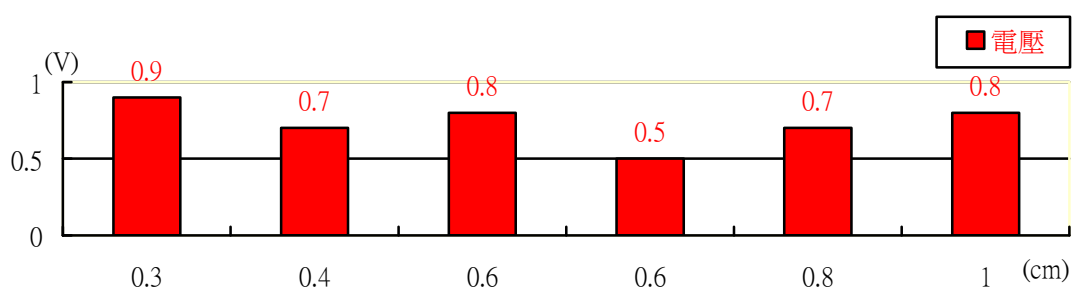
(3)利用毫安培計、電壓計，迴紋針正極夾在竹炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表二-3 各種不同厚度的條狀竹炭的導電情形

厚度(cm)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1
導電情形						
電流(mA)	30	15	5	5	40	60
電壓(V)	0.9	0.7	0.8	0.6	0.7	0.8



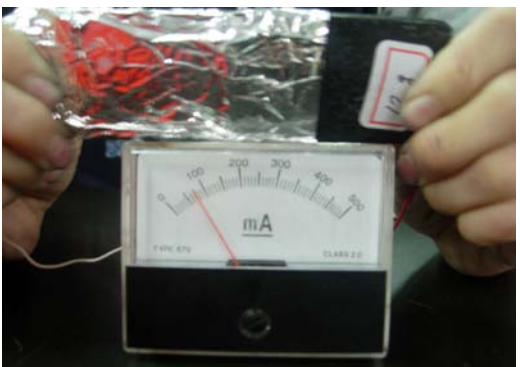
圖二~5 不同厚度的條狀竹炭電流量



圖二~6 不同厚度的條狀竹炭電壓量

結果分析：

竹炭的重量越重導電情形越好，厚度和導電情形並沒有關係。

	
長、寬、厚度一樣不同重量的條狀竹炭	長、寬一樣不同厚度的條狀竹炭
	
實驗前不同重量的筒狀竹炭	條狀竹炭電壓的導電情形
	
筒狀竹炭電壓的導電情形	條狀竹炭電壓的導電情形

問題三、鋁箔紙包在竹炭不同位置會影響導電情形嗎？

方法〈一〉：比較不同鋁箔紙包在圓筒狀竹炭的位置，所產生的電流量和電壓量。

1、實驗材料：筒狀竹炭、鋁箔紙、海水、毫安培計、電壓計、迴紋針、滴管、天秤、紗布。

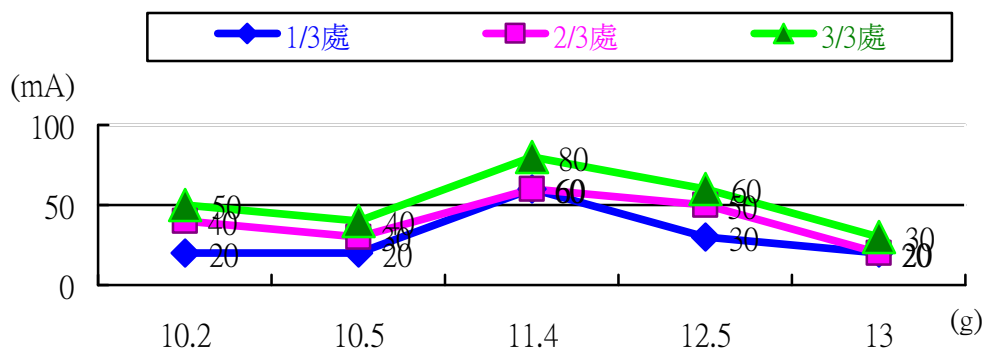
2、實驗步驟：

(1)將筒狀竹炭包上紗布 $7 \times 10 \text{ cm}^2$ 滴上 3c.c.的海水，用鋁箔紙 $15 \times 10 \text{ cm}^2$ 包在 1/3、2/3、3/3 處。

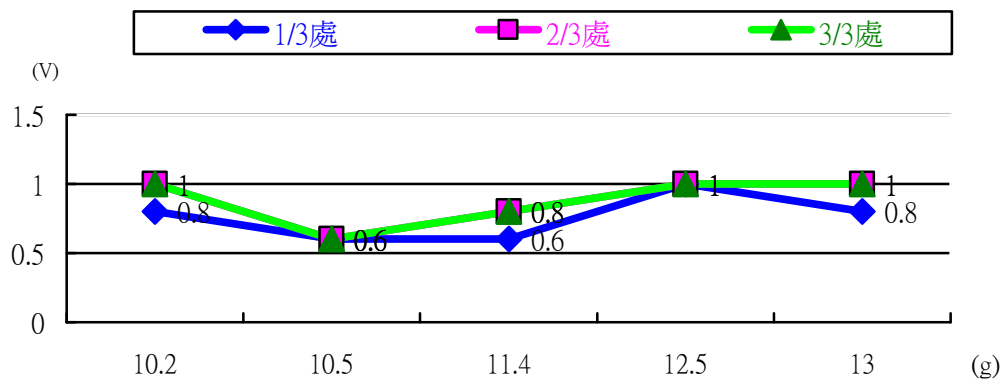
(2)利用安培計、電壓計，迴紋針正極夾在筒狀竹炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表三~1 鋁箔紙包在筒狀竹炭的位置導電情形

重量(g)		10.2	10.5	11.4	12.5	13
鋁箔紙包的位置						
包在 1/3 處	mA	20	20	60	30	20
	V	0.8	0.6	0.6	1	0.8
包在 2/3 處	mA	40	30	60	50	20
	V	1	0.6	0.8	1	1
包在 3/3 處	mA	50	40	80	60	30
	V	1	0.6	0.8	1	1



圖三~1 鋁箔紙包在筒狀竹炭的位置電流情形



圖三~2 鋁箔紙包在筒狀竹炭的位置電壓情形

方法〈二〉：比較不同鋁箔紙包在條狀竹炭的位置所產生的電流量和電壓量。

1、實驗材料：條狀竹炭、鋁箔紙、海水、毫安培計、電壓計、迴紋針、滴管、天秤、紗布。

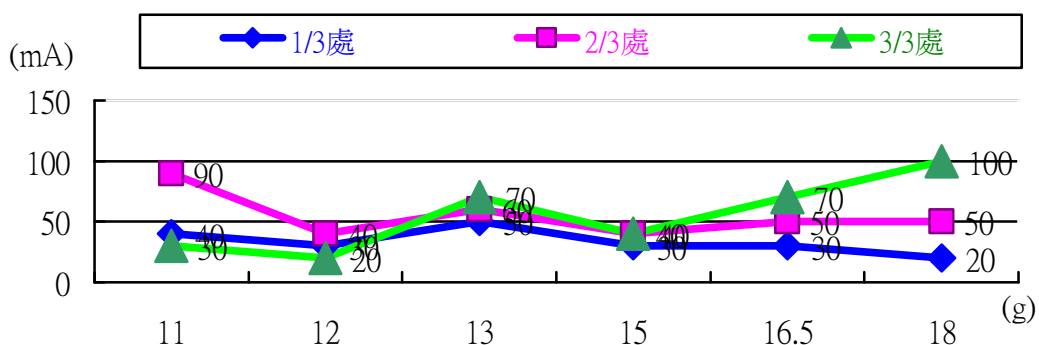
2、實驗步驟：

(1)將條狀竹炭包上紗布 $7 \times 10 \text{ cm}^2$ 滴上 2c.c.的海水，用鋁箔紙 $15 \times 10 \text{ cm}^2$ 包在 1/3、2/3、3/3 處。

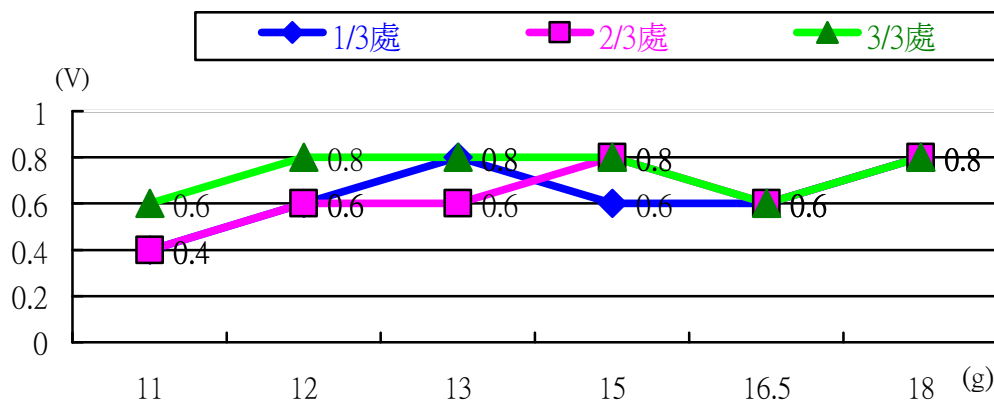
(2)利用毫安培計、電壓計，迴紋針正極夾在竹炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表三~2 鋁箔紙包在條狀竹炭的位置導電情形

鋁箔紙包的位置 \ 重量(g)		11	12	13	15	16.5	18
包在 1/3 處	mA	40	30	50	30	30	20
	V	0.4	0.6	0.8	0.6	0.6	0.8
包在 2/3 處	mA	90	40	60	40	50	50
	V	0.4	0.6	0.6	0.8	0.6	0.8
包在 3/3 處	mA	30	20	70	40	70	100
	V	0.6	0.8	0.8	0.8	0.6	0.8



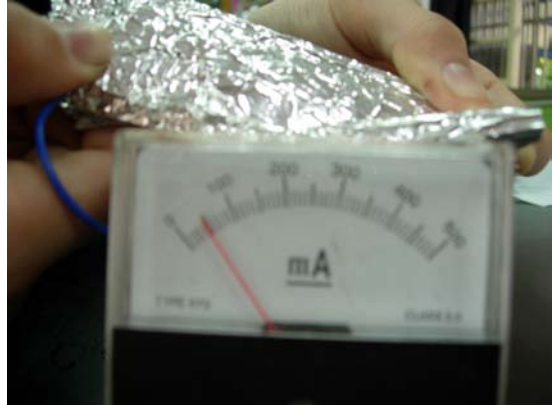
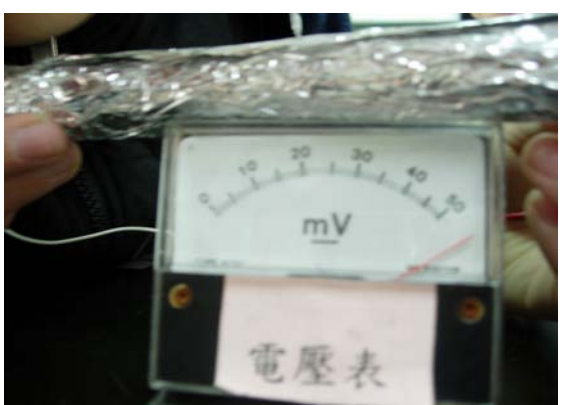
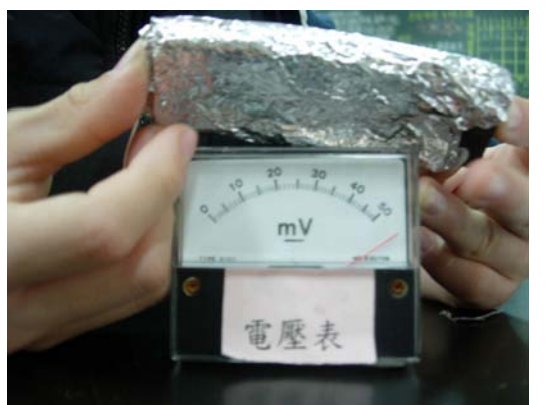
圖三~3 鋁箔紙包在條狀竹炭不同的位置電流情形



圖三~4 鋁箔紙包在條狀竹炭不同的位置電壓情形

結果分析：

從鋁箔紙包在竹炭不同的位置的導電情形，發現竹炭鋁箔紙包在 $\frac{3}{3}$ 處的導電較好。

	
鋁箔紙包在條狀竹炭上。	鋁箔紙包在筒狀竹炭上。
	
包三分之二鋁箔紙的筒狀竹炭電壓的導電情形	包三分之三鋁箔紙的條狀竹炭電流的導電情形
	
包三分之三鋁箔紙的筒狀竹炭電壓的導電情形	包三分之三鋁箔紙的條狀竹炭電壓的導電情形

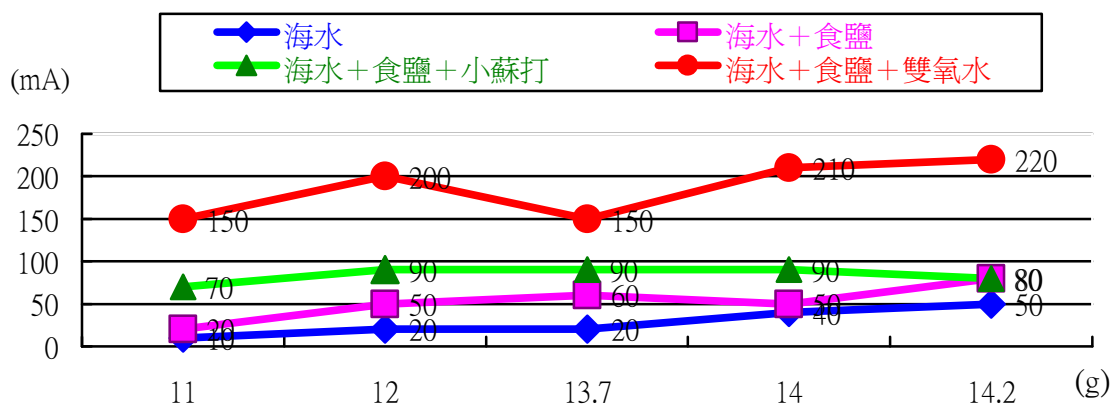
問題四、如何讓竹炭海水電池導電更強？

方法〈一〉：比較不同化學物質加入海水後，所產生的電流量和電壓量。

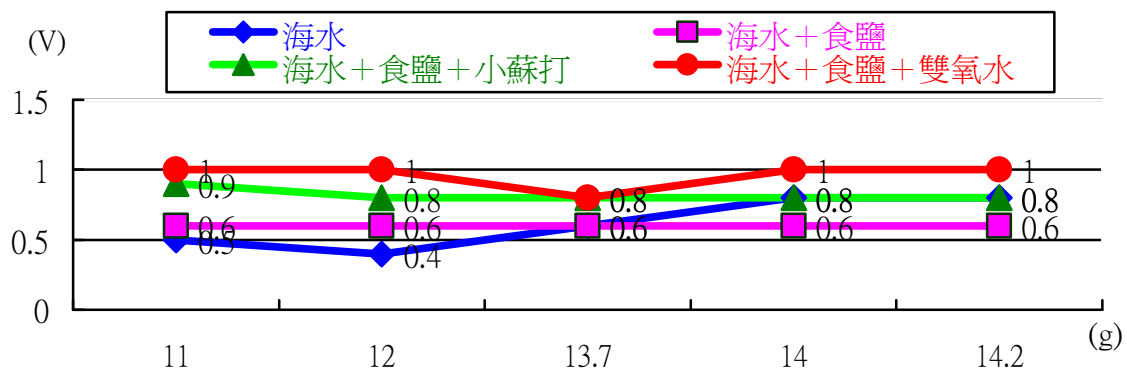
- 1、實驗材料：條狀竹炭、鋁箔紙、海水、毫安培計、電壓計、滴管、天秤、紗布、食鹽(氯化鈉 NaCl)、小蘇打((碳酸氫鈉 NaHCO_3)、雙氧水(過氧化氫 H_2O_2)、量杯、燒杯、抹布、攪拌棒、小湯匙、手套、紅藍色石蕊試紙、廣用試紙、小夾子。
- 2、實驗步驟：
 - (1)各取出 200 c.c.的海水 4 杯，10 公克的食鹽、10 公克小蘇打和雙氧水 10c.c.。
 - (2)將取出的六個條狀竹炭放在天秤測量重量。
 - (3)將竹炭用紗布 $7 \times 10 \text{ cm}^2$ 包好放入 200 c.c.海水中，取出後用 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 的鋁箔紙包在 2/3 處。
 - (4)利用安培計、電壓計，正極夾在竹炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。
 - (5)並將 10 公克的食鹽、10 公克小蘇打和雙氧水 10c.c.依順序倒入海水中攪拌，按實驗步驟(3)(4)一一觀察記錄電流量、電壓量(取最大值)和利用紅藍色石蕊試紙、廣用試紙測試酸鹼 pH 值。

表四-1 加入不同化學物質的竹炭導電情形

重量(g)		11	12	13.7	14	14.2
成分	mA	10	20	20	40	50
	V	0.5	0.4	0.6	0.8	0.8
海水+食鹽	mA	20	50	60	50	80
	V	0.6	0.6	0.6	0.8	0.6
海水+食鹽+小蘇打	mA	70	90	90	90	80
	V	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8
海水+食鹽+雙氧水	mA	150	200	150	210	220
	V	1	1	0.8	0.8	1



圖四~1 加入不同化學物質的電流情形



圖四~2 加入不同化學物質的電壓情形

表四-2 加入不同化學物質的酸鹼值

成分 \ 酸鹼度	海水	海水+食鹽	海水+食鹽+小蘇打	海水+食鹽+雙氧水	小蘇打	雙氧水
藍色石蕊試紙	藍色	藍色	藍色	紅色	藍色	紅色
紅色石蕊試紙	藍色	藍色	藍色	紅色	藍色	紅色
酸 or 鹼	鹼	鹼	鹼	酸	鹼	酸
廣用試紙	綠	綠	藍綠	黃橘	深藍	橘
酸鹼 pH 值	9	8	12	3	12	2

結果分析：

實驗後我們發現海水加入氯化鈉、碳酸氫鈉與過氧化氫會使竹炭導電一一增強，海水加食鹽加雙氧水效果最好。

海水+食鹽+雙氧水(酸)	海水+食鹽+小蘇打(鹼)	雙氧水(酸)和小蘇打(鹼)
海水+食鹽(鹼)	測條狀竹炭加化學藥劑的電流	鋁箔紙被化學藥劑侵蝕過後的樣子

問題五、鋁罐、鐵罐的導電情形比較。

方法〈一〉：利用竹炭比較 300c.c.的鋁罐、鐵罐導電情形。

- 1、實驗材料：竹炭、濃食鹽海水、鋁罐、鐵罐、毫安培計、電壓計、迴紋針、量杯、電線。
- 2、實驗步驟：
 - (1)把濃食鹽海水 200c.c.分別倒入 300c.c.鋁罐、鐵罐中。
 - (2)再把不同重量的竹炭放入鋁罐、鐵罐中。
 - (3)利用毫安培計、電壓計，迴紋針正極夾竹炭上，負極夾在鋁罐、鐵罐，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表五-1 300c.c.鋁罐、鐵罐放入竹炭的導電情形

竹炭重量(g)		19.3	19.5	20.9	21
罐子	鋁罐				
	mA	50	40	30	40
	V	0.8	0.8	0.8	0.8
鐵罐	mA	20	40	30	20
	V	0.8	0.8	0.8	0.8

方法〈二〉：利用竹炭比較 250c.c.的鋁罐、鐵罐導電情形。

- 1、實驗材料：竹炭、濃食鹽海水、鋁罐、鐵罐、毫安培計、電壓計、迴紋針、量杯、電線。
- 2、實驗步驟：
 - (1)把濃食鹽海水 150c.c.分別倒入 250c.c.鋁罐、鐵罐中。
 - (2)再把不同重量的竹炭放入鋁罐、鐵罐中。
 - (3)利用毫安培計、電壓計，迴紋針正極夾竹炭上，負極夾在鋁罐、鐵罐，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表五-2 250c.c.鋁罐、鐵罐放入竹炭的導電情形

竹炭重量(g)		19.3	19.5	20.9	21
罐子	鋁罐				
	mA	10	30	40	50
	V	0.8	0.7	0.8	0.6
鐵罐	mA	10	20	20	40
	V	0.6	0.6	0.6	0.4

方法〈三〉：利用備長炭比較 300c.c.的鋁罐、鐵罐導電情形。

1、實驗材料：備長炭、濃食鹽海水、鋁罐、鐵罐、安培計、電壓計、迴紋針、量杯、電線。

2、實驗步驟：

(1)把濃食鹽海水 200c.c.分別倒入 300c.c.鋁罐、鐵罐中。

(2)再把不同重量的備長炭放入鋁罐、鐵罐中。

(3)利用安培計、電壓計，迴紋針正極夾竹炭上，負極夾在鋁罐、鐵罐，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表五-3 300c.c.鋁罐、鐵罐放入備長炭的導電情形表

備長炭重量(g)		21.2	27.5	28.5	31.5
罐子					
鋁罐	mA	190	270	260	300
	V	0.8	0.8	0.8	0.8
鐵罐	mA	120	110	130	160
	V	0.8	0.8	0.8	0.8

方法〈四〉：利用備長炭比較 250c.c.的鋁罐、鐵罐導電情形。

1、實驗材料：備長炭、濃食鹽海水、鋁罐、鐵罐、毫安培計、電壓計、迴紋針、量杯、電線。

2、實驗步驟：

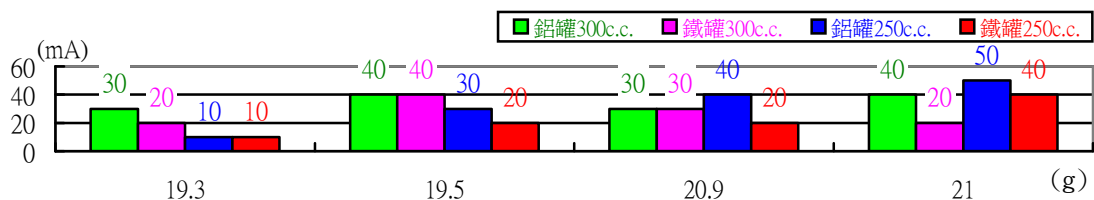
(1)把濃食鹽海水 150c.c.分別倒入 250c.c.鋁罐、鐵罐中。

(2)再把不同重量的備長炭放入鋁罐、鐵罐中。

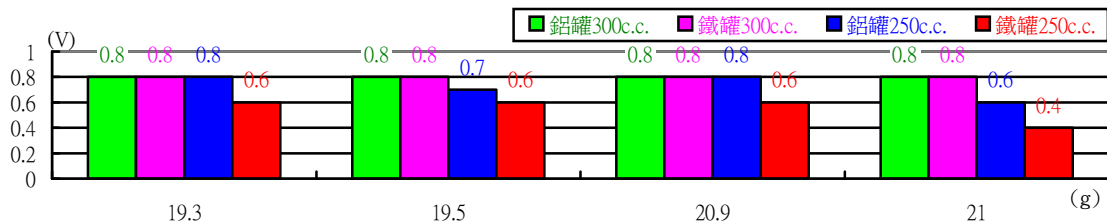
(3)利用安培計、電壓計，迴紋針正極夾竹炭上，負極夾在鋁罐、鐵罐，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表五-4 250c.c.鋁罐、鐵罐放入備長炭的導電情形

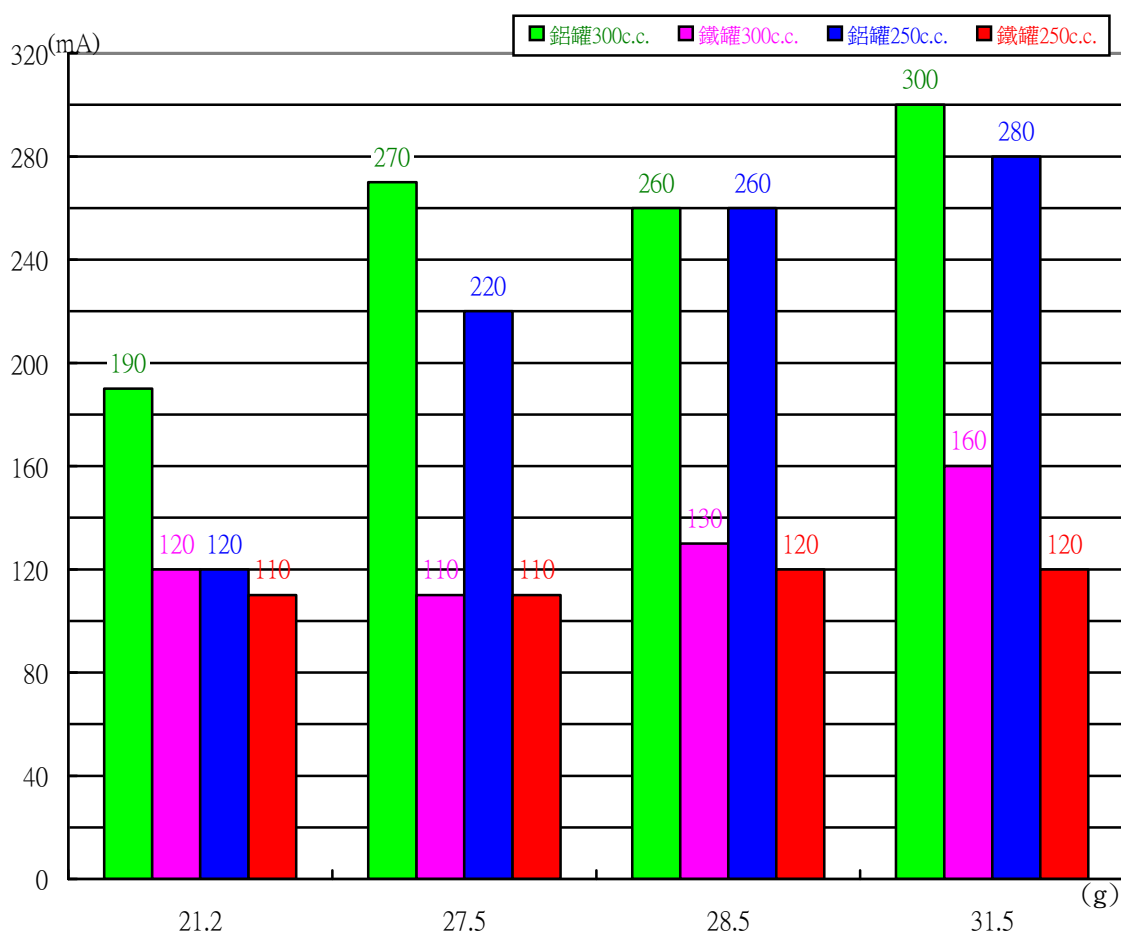
備長炭重量(g)		21.2	27.5	28.5	31.5
罐子					
鋁罐	mA	120	220	260	280
	V	0.8	0.8	0.8	0.8
鐵罐	mA	110	110	120	120
	V	0.6	0.8	0.7	0.8



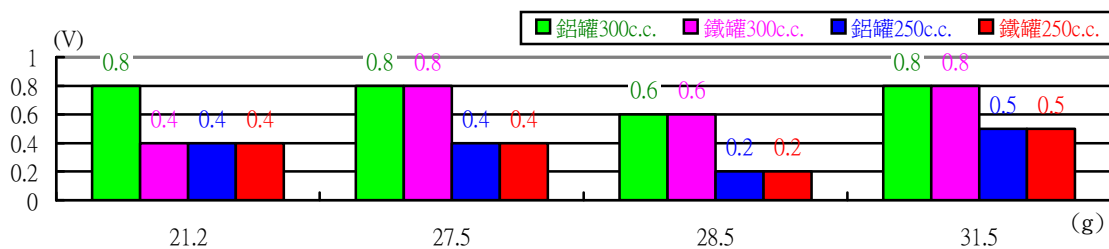
圖五~1 竹炭在鋁罐、鐵罐內的電流量



圖五~2 竹炭在鋁罐、鐵罐的電壓量



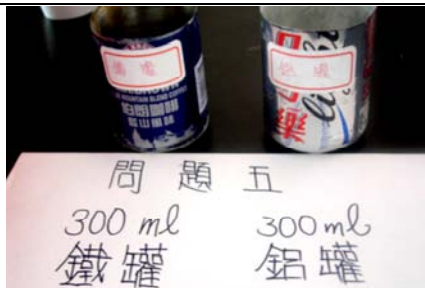
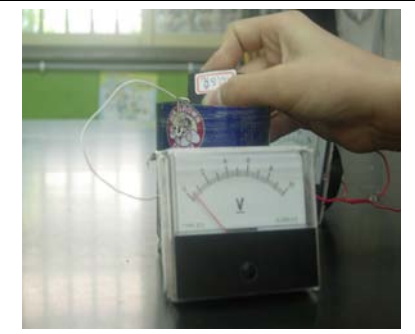
圖五~3 備長炭在鋁罐、鐵罐的電流量



圖五~4 備長炭在鋁罐、鐵罐的電壓量

結果分析：

從不同重量的**竹炭**實驗中，經過海水的電解，產生的電流鋁罐情形較好，而電壓量相當，也發現罐子容量大、海水較多，導電情形較好。

	
300c.c.的鐵罐、鋁罐	用細砂紙磨鐵罐中的乙烯樹脂
	
利用剪刀把罐緣除去	條狀竹炭和鐵罐、鋁罐
	
塊狀備長炭和鐵罐、鋁罐	塊狀竹炭和 250c.c.鐵罐產生的電壓量
	
塊狀竹炭和 300c.c.鐵罐產生的電流量	塊狀備長炭和 300c.c.的鐵罐產生的電壓量

問題六、使用過的竹炭可以重複使用嗎？

方法〈一〉：比較使用先後的筒狀竹炭的導電情形。

1、實驗材料：筒狀竹炭、鋁箔紙、海水、安培計、電壓計、紗布、迴紋針、量杯、天秤。

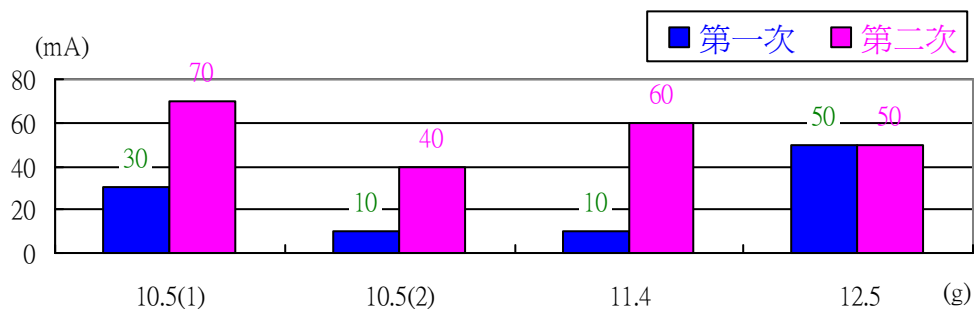
2、實驗步驟：

(1)將問題二陰乾過的筒狀竹炭選 4 個，取 3c.c.的海水滴在紗布及鋁箔紙 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 包在筒狀竹炭 2/3 處。

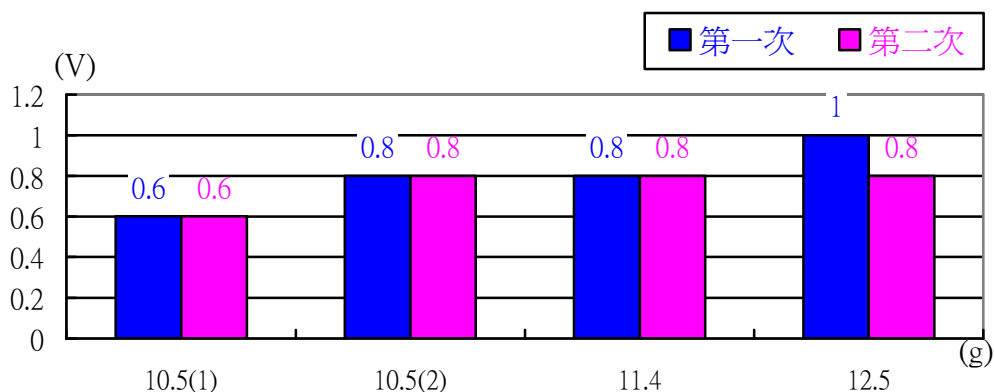
(2)利用安培計、電壓計，迴紋針正極夾在筒狀竹炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表六~1 第一、二次使用導電情形筒狀竹炭的導電情形

重量(g)		10.5(1)	10.5(2)	11.4	12.5
使用情形	mA	30	10	10	50
	V	0.6	0.8	0.8	1
第二次使用	mA	70	40	60	50
	V	0.6	0.8	0.8	0.8



圖六~1 第一、二次使用筒狀竹炭的電流情形



圖六~2 第一、二次使用筒狀竹炭的電壓情形

方法〈二〉：比較使用先後的條狀竹炭的導電情形。

1、實驗材料：竹炭(條狀)、鋁箔紙、3c.c.海水、安培計、電壓計、紗布、迴紋針、量杯、天秤。

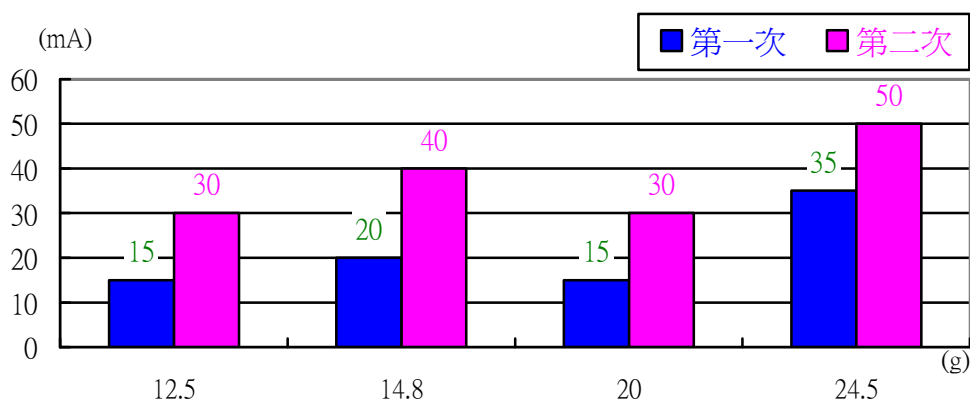
2、實驗步驟：

(1)將問題二陰乾過的條狀竹炭選 4 個，取 3c.c.的海水滴在紗布及鋁箔紙 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 包在筒狀竹炭 2/3 處。

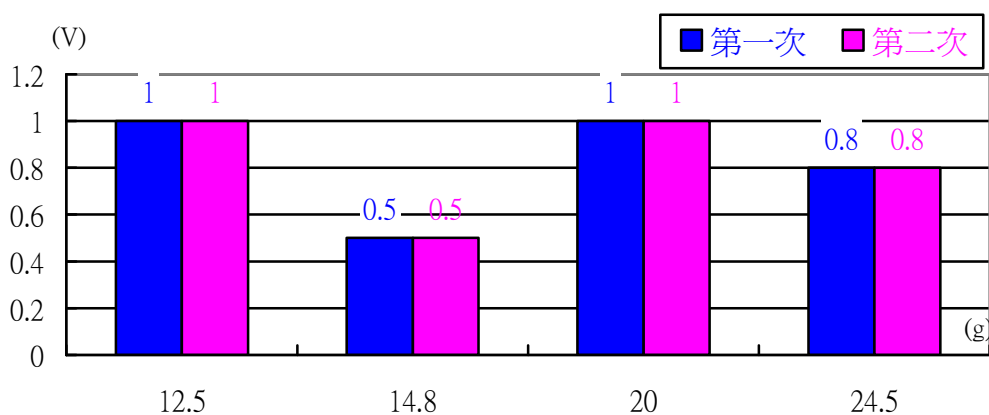
(2)利用安培計、電壓計，迴紋針正極夾在條狀竹炭上，負極夾在鋁箔紙，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表六~2 第一、二次使用條狀竹炭的導電情形

重量(g)		12.5	14.8	20	24.5
使用情形	mA	15	20	15	35
	V	1	0.5	1	0.8
第二次使用	mA	30	40	30	50
	V	1	0.5	1	0.8



圖六~3 第一、二次使用條狀竹炭的電流情形



圖六~4 第一、二次使用筒狀竹炭的電壓情形

方法〈三〉：比較使用過化學藥劑的條狀竹炭的導電情形。

1、實驗材料：竹炭(條狀)、鋁箔紙、海水、安培計、電壓計、紗布、迴紋針、量杯、天秤。

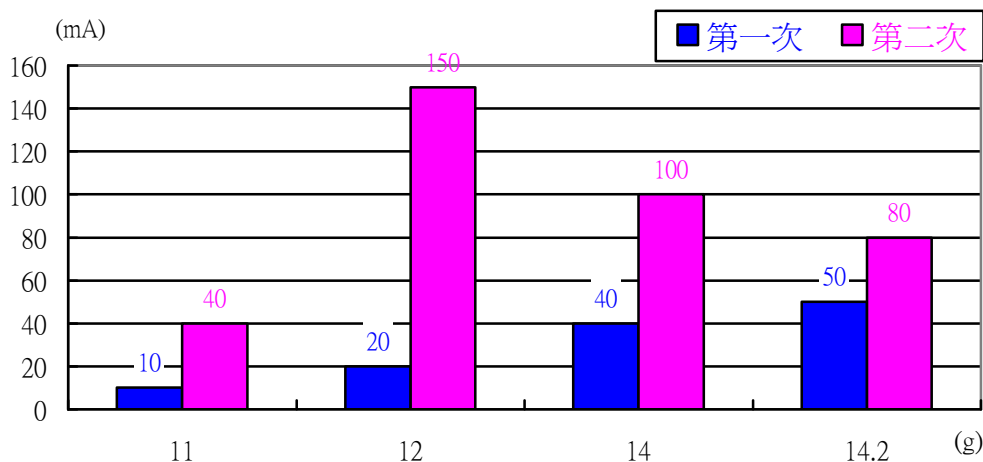
2、實驗步驟：

(1)將使用過化學藥劑的條狀竹炭拿出，取 3c.c.的海水，將條狀竹炭用鋁箔紙 $20 \times 10 \text{ cm}^2$ 包在 2/3 處。

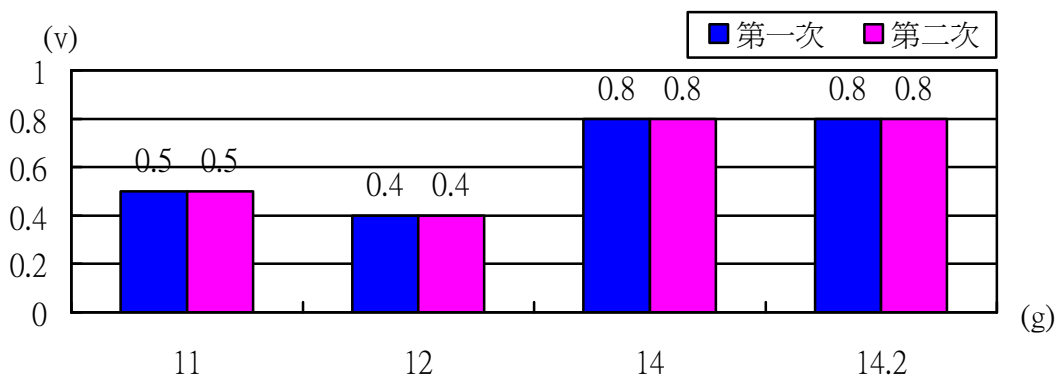
(2)將紗布滴上 3c.c.海水，利用安培計、電壓計，迴紋針正極夾在條狀竹炭上，負極夾在鋁箔紙，注入 3c.c.海水，觀察記錄電流量和電壓量(取最大值)。

表六~3 第一、二次使用過化學藥劑的條狀竹炭的導電情形

重量(g)		11	12	14	14.2
使用情形					
第一次使用	mA	10	20	40	50
	V	0.5	0.4	0.8	0.8
第二次使用	mA	40	150	100	80
	V	0.5	0.4	0.8	0.8



圖六~5 第一、二次使用條狀竹炭的電流情形



圖六~6 第一、二次使用條狀竹炭的電壓情形

結果分析：

竹炭使用過還是有導電的能力重量越重大致上導電力越好，而加入化學物質的竹炭導電情形大致是變強的。

 使用過的長條竹炭	 使用過化學物質的長條竹炭
使用過的條狀竹炭	使用過的化學藥劑的條狀竹炭
 使用過的圓筒竹炭	 使用過的圓筒竹炭的電流量
使用過的筒狀竹炭	使用過的筒狀竹炭的電流量
 使用過的條狀竹炭的電流量	 使用過的條狀竹炭的電壓量
使用過的條狀竹炭的電流量	使用過的條狀竹炭的電壓量

問題七：利用竹炭粉、木炭粉、備長炭粉、鋁罐、鐵罐、濃食鹽海水製作筒狀電池。

方法(一)：利用竹炭粉、木炭粉、備長炭粉、鋁罐、濃食鹽海水製作筒狀電池。

1、實驗器材：竹炭粉、木炭粉、備長炭粉、鋁罐、鋁棒、濃食鹽水、紗布、滴管、天秤、燒杯、鋁棒、小湯匙、電壓計、安培計、攪拌棒。

2、實驗步驟：

- (1)剪下邊長 23x23 c m²的正方形紗布，放入鋁罐中。
- (2)將鋁棒放入鋁罐中央。
- (3)把竹炭粉、木炭粉、備長炭粉倒入鋁罐中。
- (4)用橡皮筋捆住紗布外圍，並露出鋁棒。
- (5)用 100c.c.海水加入 30g 的食鹽調出濃食鹽海水。
- (6)在紗布周圍加入調好的濃食鹽海水每一次加 10c.c.。
- (7) 正極夾在鋁棒，負極夾在鋁罐，並測量電流量和電壓量(取最大值)。

表七-1 炭粉和鋁罐加入濃食鹽海水的電流量和電壓量

炭粉種類 海水量		竹炭	木炭	備長炭
10c.c.	mA	10	0	40
	V	0.4	0	1
20c.c.	mA	20	0	50
	V	0.4	0	1
30c.c.	mA	30	0	80
	V	0.4	0	0.8
40c.c.	mA	30	0	130
	V	0.4	0	0.8
50c.c.	mA	50	0	110
	V	0.4	0	0.8

方法(二)：利用竹炭粉、木炭粉、備長炭粉、鐵罐、濃食鹽海水製作筒狀電池。

1、實驗器材：竹炭粉、木炭粉、備長炭粉、鐵罐、鋁棒、濃食鹽水、紗布、滴管、天秤、燒杯、鋁棒、小湯匙、電壓計、安培計、電壓計、攪拌棒。

2、實驗步驟：

(1)剪下邊長 $23 \times 23 \text{ cm}^2$ 的紗布，放入鋁罐中。

(2)將鋁棒放入鐵罐中央。

(3)把竹炭粉、木炭粉、備長炭粉倒入鋁罐中。

(4)用橡皮筋捆住紗布外圍，並露出鋁棒。

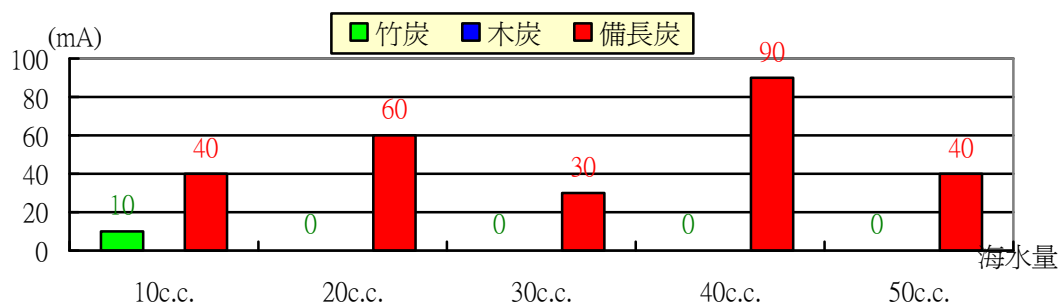
(5)用 100c.c. 海水加入 30g 的食鹽調出濃食鹽海水。

(6)在紗布周圍加入調好的濃食鹽海水每一次加 10 c.c.。

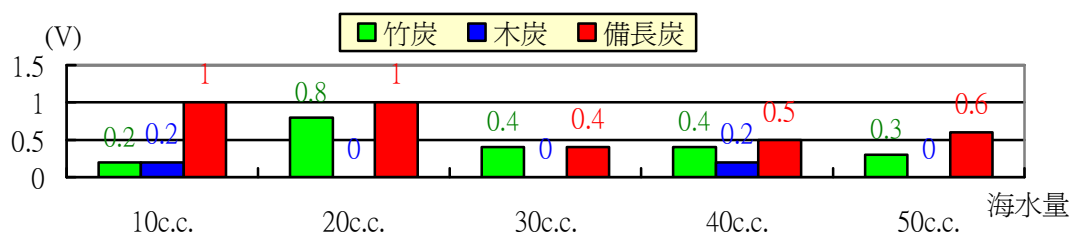
(7) 正極夾在鋁棒，負極夾在鐵罐，並測量電流量和電壓量(取最大值)。

表七-2 炭粉和鐵罐加入濃食鹽海水的電流量和電壓量

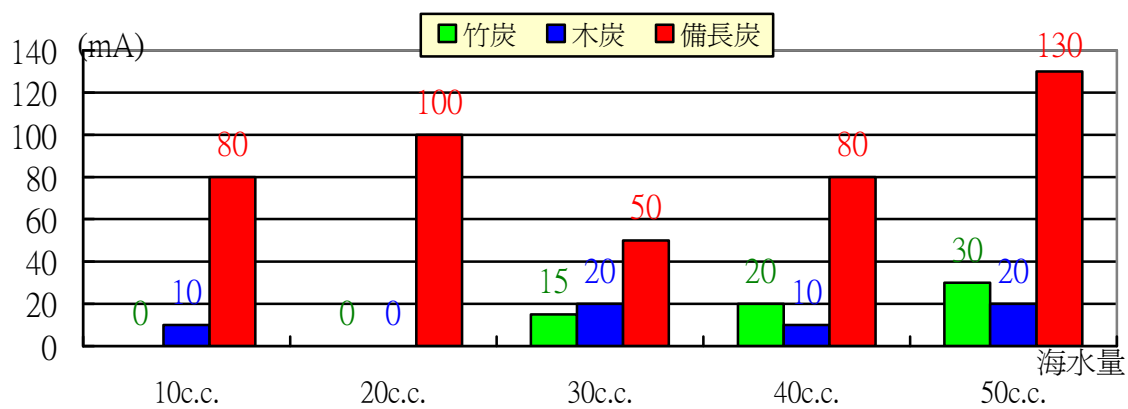
炭粉種類 海水量		竹炭	木炭	備長炭
10c.c.	mA	10	0	50
	V	0.4	0	0.8
20c.c.	mA	10	0	60
	V	0.4	0	0.8
30c.c.	mA	15	0	80
	V	0.5	0	0.4
40c.c.	mA	20	0	100
	V	0.4	0	0.4
50c.c.	mA	30	0	100
	V	0.5	0	0.5



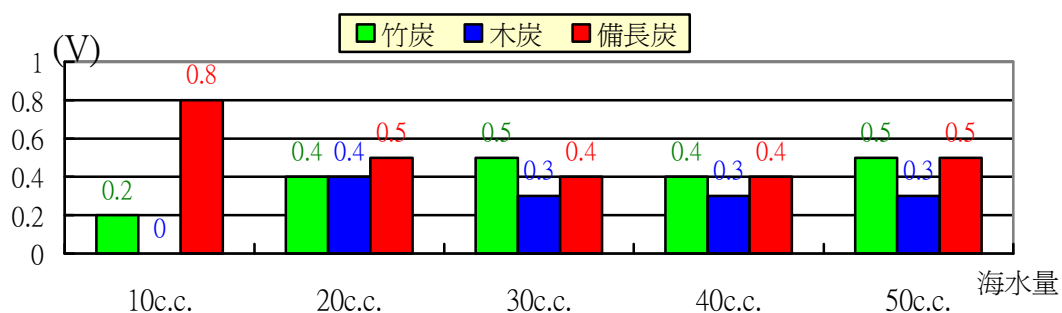
圖七-1 炭粉和鋁罐的電流情形



圖七-2 炭粉和鋁罐的電壓情形



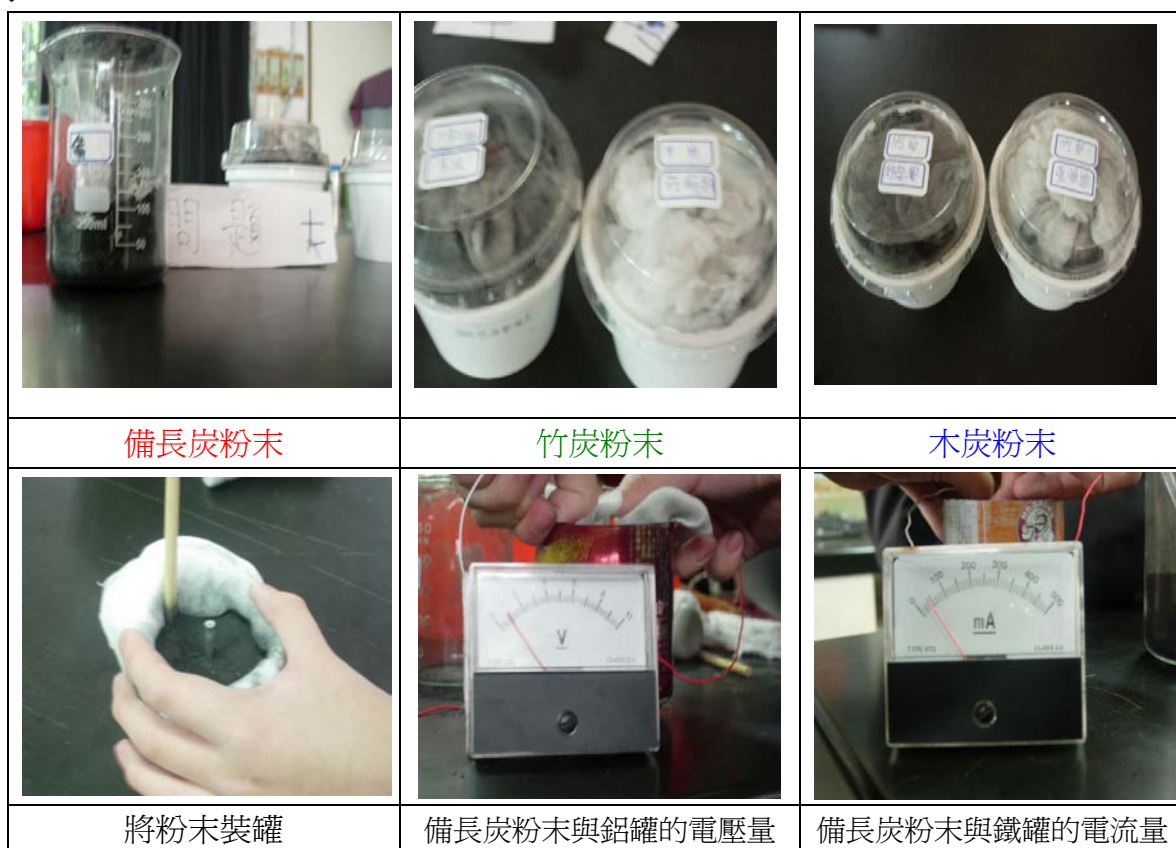
圖七-3 炭粉和鐵罐的電流情形



圖七-4 炭粉和鐵罐的電壓情形

結果分析：

濃食鹽海水加多導電情形增強，我們發現備長炭配鋁罐配 40c.c.的濃食鹽海水效果最好。



問題八、如何製作備長炭、竹炭電池提供家庭日常生活的使用？

方法〈一〉製作 1 號、2 號、3 號的備長炭電池

1、實驗材料：細鹽、海水、毫安培計、電壓計、粉末狀的備長炭、鋁箔紙、紗布、大小不同的塑膠罐、迴紋針、剪刀、尺、滴管、電線。

2、實驗步驟：

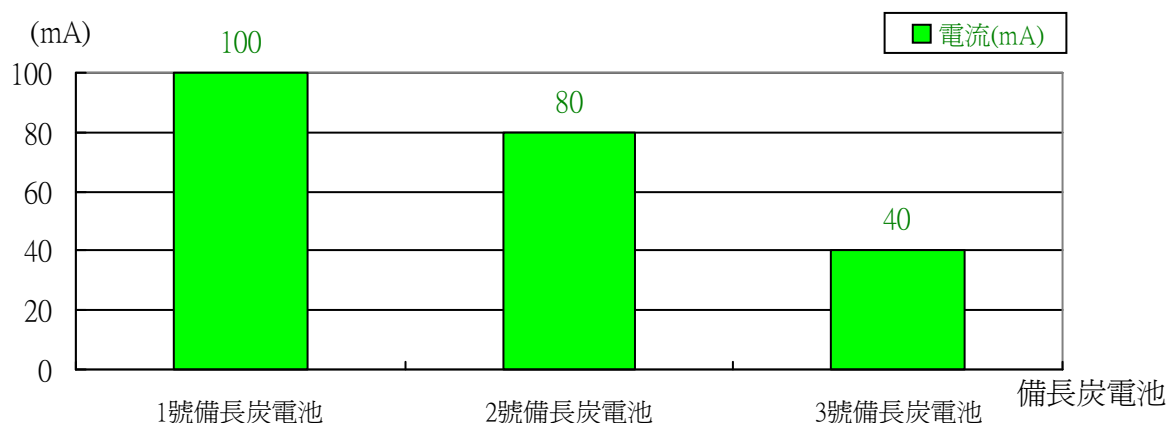
(1) 找大小不同的塑膠罐數個。

(2) 依塑膠罐的大小放入鋁箔紙、紗布。

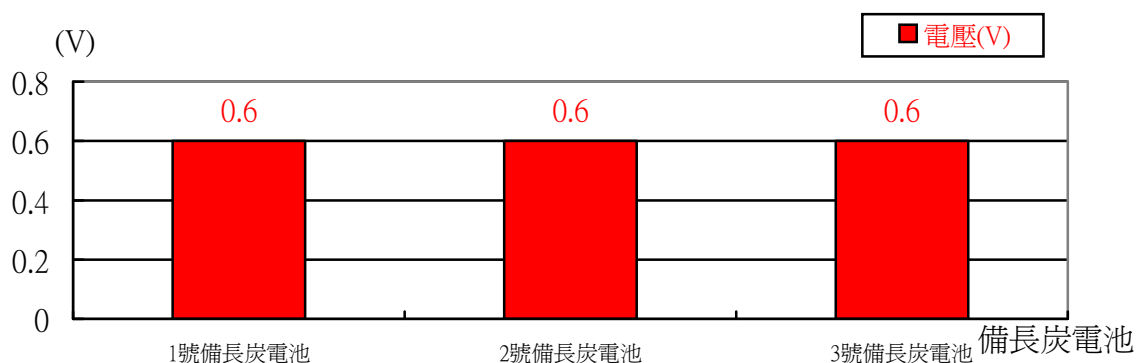
(3) 加入粉末狀的備長炭，把濃食鹽海水 3c.c.用滴在紗布上，用安培計、電壓計測試電流量、電壓量(取最大值)及接上風扇。

表八-1 1 號、2 號、3 號備長炭電池的電流量與電壓量

備長炭電池(塑膠罐)	電流(mA)	電壓(V)
1 號備長炭電池	100	0.6
2 號備長炭電池	80	0.6
3 號備長炭電池	40	0.6



圖八-1 1號、2號、3號備長炭電池的電流量



圖八-1 1號、2號、3號備長炭電池的電壓量

方法〈二〉:製作條狀竹炭電池

- 1、實驗材料：省能馬達、各式葉扇、紗布、細鹽、海水、條狀竹炭、安培計、電壓計、鋁箔紙、紗布、迴紋針、剪刀、尺、滴管、電線。
- 2、實驗步驟：取 3c.c.的濃食鹽海水滴在紗布及鋁箔紙 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 將竹炭包住，迴紋針正極夾在炭上，負極夾在鋁箔紙，用安培計、電壓計測試電流、電壓(取最大值)及接上風扇。

表八-1 海水電池與玩具關係表

數目、大小 項目	1 號備長炭電池 (53g)	2 號備長炭電池 (32g)	3 號備長炭電池 (15g)	條狀竹炭電池 (16.5g)
電流(mA)	110	80	45	200
電壓(V)	0.6	0.6	0.6	0.6
風扇〈是否轉動更快〉	√ √ √	√ √	√	√ √ √ √

方法〈三〉:製作筒狀備長炭電池使發光二極體燈泡發亮

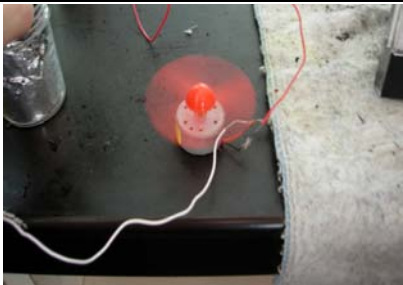
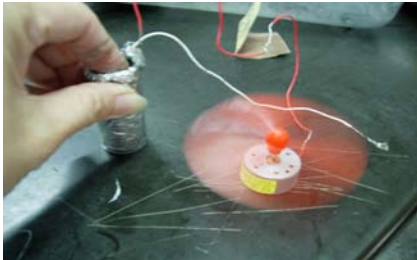
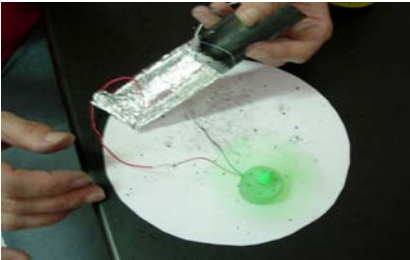
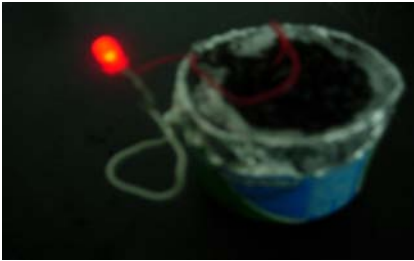
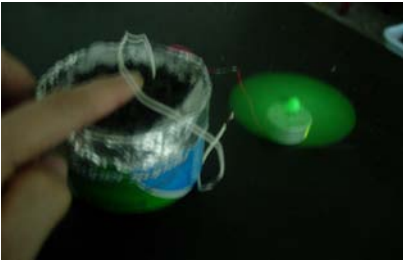
- 1、實驗材料：發光二極體燈泡、紗布、細鹽、海水、粉末狀的備長炭、安培計、電壓計、鋁箔紙、紗布、迴紋針、剪刀、尺、滴管、電線。
- 2、實驗步驟：取紗布及鋁箔紙剪成直徑 6 c m 的圓面積，將一匙粉末狀的備長炭放在紗布上，再滴 1c.c.的濃食鹽海水在鋁箔紙上，依此法做數十個，鋁罐內緣先鋪鋁箔紙再一層一層放入罐子中，迴紋針正極壓在炭粉上，負極夾在鋁箔紙罐上，用安培計、電壓計測試電流、電壓及接上發光二極體。

表八-2 備長炭筒狀海水電池與發光二極體關係表

串聯數目(層) 項目	1 層	2 層	3 層	4 層	5 層	6 層	7 層	8 層	9 層	10 層
電流(mA)	20	40	60	80	80	85	90	90	95	100
電壓(V)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
發光二極體〈是否發亮〉	×	×	×	×	×	×	×	○	○○	○○○
風扇轉動	×	√	√ √	√ √ √	√ √ √ √ √	√ √ √ √ √ √ √	同 左	同 左	同 左	同 左

結果分析：

我們發現 1 號備長炭電池效果最好，電壓電流都是最高的，1 號、2 號、3 號備長炭電池、條狀竹炭電池都能使風扇轉動，筒狀電池要疊上 8 層才能使發光二極體發亮，層數越多越亮，風扇轉動相當快。

	
1 號備長炭電池	2 號備長炭電池
	
3 號備長炭電池	1 號電池使風扇轉動
	
3 號電池使風扇轉動	條狀竹炭電池使風扇轉動
	
備長炭筒狀電池使發光二極體發亮	備長炭筒狀電池使風扇轉動

陸、研究結果

- 一、發現備長炭電流最高的是塊狀 360 mA、次高的是碎狀 100 mA、粉末也有 40 mA，竹炭中電流最高的也是塊狀 120 mA、次高的是碎狀 100 mA、粉末也有 45 mA。
- 二、從竹炭、備長炭的重量和厚度與導電情形的實驗中，重量越重導電情形大致較好，不同厚度產生的導電量上上下下，所以重量會影響導電量，厚度不會影響導電量。
- 三、鋁箔紙包在竹炭不同的位置中，我們發現不管是筒狀、條狀的竹炭，都是包在 3/3 的導電情形最好。
- 四、我們發現海水中加入食鹽、雙氧水導電性最強；加入食鹽、小蘇打導電性次強；加入食鹽再次強，只有海水的最弱。
- 五、導電情形鋁罐(300c.c.)比鐵罐(250c.c.)來好，海水多(200c.c. > 150c.c.)，產生的電流量也比較好。
- 六、竹炭使用過後陰乾再使用，仍然可以產生電流，重量越重，電流量更高。
- 七、利用竹炭、木炭、備長炭所製成的筒狀電池，導電情形備長炭勝過竹炭，竹炭又勝過於木炭。
- 八、自製小型電池可使風扇轉動、LED 燈會亮等等，加入濃食鹽水越多電流量就較強，小型電池效果佳，迷你又可攜帶。
- 九、改良成小體積的「小型電池」，方便串聯電壓增加，可提供多種小家電使用。

柒、討論

- 一、爲了想知道備長炭和竹炭同一重量時，不同形狀哪一種導電情形最好？我們從這次實驗中發現都是塊狀的導電情形最好，備長炭導電情形又比竹炭來得好。
- 二、發現備長炭(馬目堅木)成木需要三、四十年，而竹炭(孟宗竹、桂竹)成木需要四年以上，備長炭含炭率 93-96%，炭燒溫度 1000℃ 以上，而竹炭含炭率 75-86%，炭燒溫度 600-800℃，除了含炭率炭、炭燒溫度越高導電越好，竹炭炭燒溫度需要 700℃ 以上才有導電力，所以備長炭導電情形比較好。
- 三、鋁箔紙包在 3/3 的位置導電最強，由此可見接觸空氣的面積並不需要太多，鋁箔紙與炭接觸的面積越多越好。
- 四、爲了想知道加入哪一種化學物質導電較強？得知海水加入了食鹽、雙氧水產生的導電情形最強，食鹽中的鈉離子和氯離子是良好的導電離子之外，雙氧水中的”氧”是正極的需要，所以導電最強。
- 五、比較鋁罐和鐵罐容量的多少導電情形較好？最後發現鋁罐比鐵罐的導電性好、容量大、海水多的導電性也會比較好，而鋁在地球上的含量相當多，方便取得利用。
- 六、使用過的竹炭能再利用嗎？從問題六實驗中得知重量越重的竹炭陰乾後還有電流仍可使用。使用過加入化學物質的竹炭，陰乾後再一次測試反而導電性變強，可見殘留的藥劑仍多，可增強導電性及長效使用。

- 七、爲了想知道哪一種炭粉和哪一種罐子配起來導電性較好？問題七的實驗結果得知備長炭加鋁罐的效果最好，濃食鹽水每加一次產生的導電情形更佳，竹炭的炭燒品質不穩定導電效果不一，而烤肉用木炭炭燒溫度只有 400-500℃無法導電。
- 八、鋁罐用過後不可再使用，在電解的過程當中海水會溶解鋁罐造成破洞，所以我們改用鋁箔紙來替代，導電性更好，只要再更換新的鋁箔紙、再加濃食鹽海水，就可以重複使用繼續導電。
- 九、得知選擇最好的材質如鋁箔紙、備長炭、海水加食鹽；竹炭可以條狀方式使用，夠「小而美」了，這些自製「小型電池」應用在日常生活中，當作「貯備電池」，即電池貯存時不直接接觸電解液，直到電池使用時，才加入電解液，也可提供照明、風扇等等 DIY 產品。

捌、結論

- 一、從實驗的問題一得知塊狀的導電情形最好，因爲塊狀的炭纖維組織比碎狀和粉末狀細密且緊實，而備長炭的炭纖維組織又比竹炭細密且緊實，與查到的資料中得知炭纖維組織越細密且緊實導電性越好相同。
- 二、市面上的備長炭都是良好的導電體，而竹炭因炭燒溫度不同，在 450℃到 600℃可以進行土壤改良，當肥料，而在 600℃到 800℃可以除臭除濕，但只有 800℃到 1000℃可以釋放遠紅外線，阻隔電磁波還具有導電性。
- 三、鋁箔紙和竹炭的接觸面積大小的有關，鋁箔紙接觸竹炭的面積越大，導電的強度就越強。
- 四、由問題四中我們知道海水加入酸性或鹼性化學物質能增進電流量，因爲這些化學物質可以增加更多導電離子。
- 五、因爲鋁在導電性良好的排名第四名，鐵的導電性排名第七名，容量大可以裝的海水也就多，更容易使鋁罐分解產生電力。
- 六、經問題六的實驗結果知道竹炭是可以二次使用，只要再更換鋁箔紙即可，不同於傳統電池用過即丟棄又會汙染環境，這正是符合未來綠色能源，經濟又環保的新型燃料電池。
- 七、經過問題七的實驗發現筒狀電池的正極鋁棒，會被海水侵蝕造成實驗的誤差，因此我們將鋁棒取出，直接接觸炭粉電流就正常運作了，粉末要壓的越緊越好，由此發現--再利用大小不同的塑膠罐，就可製作成與傳統電池相同型號的電池了。
- 八、我們製作的新型綠色環保電池的優點如下：
- （一）能釋放電能又能儲存電能；（二）能量轉換效率高，工作時沒有噪音；（三）取得攜帶都方便成本低，特別適用於移動式的裝置；（四）電壓、電流、容量及電池外形尺寸，均可在不同範圍內做適當的修改；（五）海水無污染無毒，不同於傳統電池的電解液，鋁罐可取自資源回收再利用；（六）所使用的原料來源豐富，生產技術簡單；（七）可替代傳統電池，達到對地球生態環境「低汙染」或「零汙染」的功效。

玖、參考資料及其他

一、圖書

作者	書名	版次	出版地	出版社	頁數	出版日期
福嶋葉子	科學學習遊戲		台北市	益智工坊	68~89	2001. 2
王松永等	竹炭生活			國立台灣大學生 物資源學院實驗 林管理處	5~14	93 年
江德曜	電的故事	再版	台北市	圖文出版社		1986. 3
江丙森 江采梅	蘊育生命的海洋	再版	台北市	護幼社文化事業		1992. 5
楊海明 審訂	小小科學家 實驗觀察百科		台北縣	三豐出版社	24~26	1993. 1

二、期刊文章

作者	出版日期	論文篇名	期刊名稱	出版地	卷期	頁數
版馬哲儒	93 年	木、竹炭生活上之應用	科學發展	台北市	11 〈3〉	18~21
王松永等	93 年	竹林之活化製程與性能 檢測	科學發展	台北市	205 期	86~96

三、網站資源

網站名稱	作者	網址
台灣生態碳發展協會		http://www.ecocarbon.org.tw
中華太陽能聯誼會	查丁壬	http://www.solar-i.com/content11.html
炭博士專欄		http://www.kristech.com.tw/article/doctor.htm

四、其他(竹炭、備長炭來源)

竹炭(炭燒溫度 1000 度以上)來源：三鈴竹木加工廠(苗栗縣造橋鄉)

			
圓筒的桂竹	剖開的片竹	高溫的大窯	其他較低溫的窯

備長炭(炭燒溫度 1000 度以上)來源：棉花田生機食品店(羅斯福路門市)

【評 語】 081525 綠色能源~竹炭 V.S.備長炭海水電池的探討

1. 實驗認真，數據做得很多，有心想研究探討這個題目。
2. 研究主題有利能源開發及環境保護。
3. 對海水電池之角色「陽極、陰極、電解質」並不完全了解。
4. 口頭簡介時，無法掌握時間。